

Mirjam Huttunen

# VARHAISPERKAUKSEN TARVE KÄÄNTÖ- JA LAIKKU- MÄTÄSTYS ALUEILLA

Opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma


Maaliskuu 2013



# KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  6.3.2013
<b>Tekijä</b>  Mirjam Huttunen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b>  Metsätalouden koulutusohjelma Metsätalous
<b>Nimeke</b>  Varhaisperkauksen tarve kääntö- ja laikkumätästys alueilla.		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Työn tarkoituksena oli selvittää laikku- ja kääntömätästyksen eroja kuusen istutusaloilla. Eroissa keskityttiin tarkastelemaan luontaisesti syntyneen varhaisperattavan puuston määrään koealueilla. Koealueita oli kaksi, jotka sijaitsevat Pieksämäellä Nenonpellossa ja Tulilammella. Koealueet muokattiin laikku- ja kääntömätästyksillä vuonna 2005. Mätäisiin istutettiin kuusen paakkutaimet vuoden 2006 keväällä.</p> <p>Aikaisempia maastomittauksia koealueille oli tehty vuosina 2007 ja 2009. Näiden mittauksien pohjalta on tehty opinnäytetyö Laikku- ja kääntömätästyksen vaikutus kuusen alkukehitykseen. Uusin maastomittaus tehtiin vuonna 2012, jolloin mitattiin taimien pituudet ja tyviläpimitta. Taimesta määriteltiin mahdolliset tuhot ja kuntoluokka. Taimen ympäriltä metrin säteeltä laskettiin lehtipuiden määrä, mitattiin valtapituus ja määriteltiin perkaustarve. Lisäksi ympyräkoealueelta laskettiin kaikki puulajit. Jokaisen vuoden aineistot koottiin yhteiseen Excel-taulukkoon, josta se siirrettiin PASW Statistics – ohjelmaan analysoitavaksi.</p> <p>Istutettujen kuusen taimien pituuksissa, kasvuissa, tyviläpimitoissa tai kunnossa ei havaittu suuria eroja laikku- ja kääntömätästyksen välillä. Luontaista taimettumista havaittiin olevan laikkumätästetyillä alueilla noin kolmas osa enemmän kuin kääntömätästetyillä alueilla. Lisäksi luontaista taimettumista havaittiin olevan enemmän istutetun taimen ympärillä kuin muualla alueella. Oletettavasti syynä tähän on kivennäismaan paljastuminen. Lehtipuuston pituus istutetun taimen ympärillä on pidempää laikkumätästetyillä alueilla kuin kääntömätästetyillä alueilla. Näin ollen perkaustarve on suurempi laikkumätästetyillä alueilla kuin kääntömätästetyillä alueilla. Luontaisten taimien määrän ja lehtipuuston valtapituuden mukaan perkauskustannukset ovat kalliimmat laikkumätästetyillä alueilla kuin kääntömätästetyillä alueilla.</p> <p>Tarkempien perkauskustannuksien laskentaa varten olisi ollut hyvä mitata luontaisten taimien tyviläpimitta. Sen avulla olisi saatu varmistettua, että laikkumätästetyt alueet ovat perkauskustannuksiltaan kalliimpia kuin kääntömätästetyt alueet. Tuloksien yleistäminen koko Suomeen tarvitsisi laajempaa tutkimusta erilaisista kuusen istutusaloista.</p>		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  kuusi, metsänuudistaminen, laikkumätästys, kääntömätästys, luontainen taimettuminen		
<b>Sivumäärä</b> 42 s. + liit. 7 s.	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b> NBN:fi:mamk-opinn2013B4282
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Heikki Lehmonen		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Metsäntutkimuslaitos

## DESCRIPTION

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  6.3.2013
<b>Author</b>  Mirjam Huttunen	<b>Degree programme and option</b>  Degree Programme in Forestry Forestry	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  The need of early cleaning on the spot mounding and reversal mounding areas		
<b>Abstract</b>  <p>The purpose of this study was to find out the differences between the spot mounding and reversal mounding of spruce planting areas. Differences focused on the amount of natural seedlings. There were two test areas, which located in Pieksämäki: Nenonpello and Tulilampi. The test areas were mounded in 2005. The Spruce seedlings were planted spring 2006.</p> <p>Previous measurements of test areas were made in 2007 and 2009. These measurements have been made to the thesis Effect of Spot Mounding and Reversal Mounding on the Early Stages of Development of Picea Abies Seedlings. Last measurement was made in 2012. The length and base diameter of seedlings was measured. Meter radius around the seedlings calculated number of deciduous trees. The dominant height and need of early cleaning was defined. In addition, circular plots areas counted all tree species. Each year data were gathered on an Excel spreadsheet, from which it was transferred to PASW Statistics program for analysis.</p> <p>The lengths, growth, base diameters or condition of planted spruce seedlings were not observed significant differences between spot mounding and reversal mounding. There were one third more natural saplings in reversal mounding areas. Deciduous trees lengths around planted seedlings are longer in spot mounding areas than reversal mounding areas. Thus early cleaning is greater on spot mounding areas than reversal mounding areas. The early cleaning costs are more expensive on spot mounding areas than reversal mounding areas.</p> <p>The base diameter of natural saplings should have been measured for more accurate early cleaning costs. Generalization of the results of the whole Finland would need wider research in different kind of spruce planting areas.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  spure, reforestation, spot mounding, reversal mounding, natural sapling		
<b>Pages</b> 42 p. + apps. 7 p.	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b> NBN:fi:mamk-opinn2013B4282
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b>  Heikki Lehmonen	<b>Employer of the bachelor's thesis</b>  Finnish Forest Research Institute	

# SISÄLTÖ

## KUVAILULEHDET

1 JOHDANTO.....	1
2 MAANMUOKKAUS.....	2
2.1 Tavoitteet .....	2
2.1.1 Kustannuksien pienentäminen .....	2
2.1.2 Pintakasvillisuuden kilpailu ja tuhojen torjunta.....	3
2.1.3 Taimen kasvuvaatimukset.....	4
2.2 Laikkumätästys .....	5
2.3 Kääntömätästys.....	6
3 KUUSENTAIMIEN KILPAKUMPPANIT .....	7
3.1 Pintakasvillisuus .....	7
3.2 Luontainen lehtipuusto .....	8
3.2.1 Lehtipuiden vesomistavat .....	8
3.2.2 Vesomisen ulkoiset ja sisäiset tekijät.....	9
4 KUUSEN TAIMIEN TUHOLAISIA.....	10
5 VARHAISPERKAUS .....	11
5.1 Tavoitteet ja toteutus .....	11
5.2 Perkaustarvetta vähentävät toimenpiteet .....	12
6 TUTKIMUSAINEISTO- JA MENETELMÄT .....	13
6.1 Tutkimuksen perustietoja .....	13
6.2 Maastomittaukset.....	16
6.3 Virhelähteet .....	17

7 TULOKSET .....	18
7.1 Taimien pituudet.....	18
7.2 Taimien vuosittaiset kasvut .....	21
7.3 Taimien tyviläpimitta .....	24
7.4 Kuntoluokka .....	26
7.5 Tuhot.....	27
7.6 Lehtipuiden määrä ja valtapituus metrin säteellä .....	28
7.7 Puulajien määrä .....	31
7.8 Perkaustarve.....	34
 8 POHDINTA .....	 37
8.1 Tutkimuksen luotettavuus.....	37
8.2 Perkaustarpeen erot.....	38
8.2.1 Reikäperkaus.....	38
8.2.2 Täysperkaus .....	39
8.2.3 Kustannukset.....	39
8.3 Johtopäätökset .....	40
 LÄHTEET .....	 42
 LIITTEET.....	 43

## 1 JOHDANTO

Metsämaan muokkauksella varmistetaan hyvä uudistamistulos ja nopeutetaan taimikon varhaiskehitystä. Muokkaus helpottaa istutustyötä ja vähentää tuhoja. Kivennäismaan paljastaminen parantaa luontaisen taimettumisen edellytyksiä ja näin ollen vaikuttaa taimikonhoidon tarpeeseen ja ajoitukseen. Muokkausmenetelmän valinnassa huomioidaan kasvupaikan viljavuus, maaperän ominaisuudet ja uudistettava puulaji. (Luoranen ym. 2008, 7.)

Laikku- ja kääntömätästyksessä mättään pinta-ala on noin  $0,5 \text{ m}^2$  ja se on enintään noin 20 cm korkea (Valkonen ym. 2001, 126). Muokattu pinta-ala kuitenkin laikku-mätästyksessä on 20 % ja kääntömätästyksessä vain 10 % uudistusalan pinta-alasta. Laikkumätästyksessä muokattua pinta-alaa lisää mättään lisäksi pinta-alaltaan samaa suuruusluokkaa oleva kivennäismaapintainen laikku. Näin ollen laikkumätästyksessä maata muokataan lähes kaksinkertainen pinta-ala verrattuna kääntömätästyksen. (Saksa & Tervo 2012.) Tiedetään, että mitä enemmän kivennäismaan pintaa paljastetaan, sitä runsaampaa on havu- ja lehtipuiden taimettuminen. (Luoranen ym. 2012, 76). Tästä voidaan olettaa, että laikkumätästyksessä laikkuun syntyy runsaampaa luontaista taimettumista verrattuna kääntömätästyksen.

Metsäntutkimuslaitos on tehnyt tutkimuksen, jossa se on selvittänyt, että laikkumätästys vähentää vesakko-ongelmaa verraten laikutukseen tai äestykseen sekä nopeuttaa kuusen pituuskasvua. Tutkimus tuo esille, että laikkumätästys vähentää vesakoitumista, koska mätäs on epäedullinen paikka vesakon kasvamiseen mutta erinomainen kuuselle. Kuusi saa tällöin muutaman vuoden etumatkaa ennen kuin vesakkoa alkaa kasvaa niin mättään pinnalla kuin muuallakin uudistuslalla. (Valkonen 2011.)

Metsänomistajien vastuu uudistuslalla lain silmissä loppuu, kun uudistuslalla on kohtuullisessa ajassa taloudellisesti kasvatuskelpoinen taimikko, jonka kehitystä ei välittömästi muu kasvillisuus uhkaa (Valkonen ym. 2001, 12). Taimikko kuitenkin tarvitsee sen jälkeen hoitoa. Monelle taimikon perkaus ja muut taimikonhoidot jäävät jopa kokonaan tekemättä. On vielä epäselvää, voidaanko muokkaustavan valinnan kautta vaikuttaa vesakon syntymiseen ja ratkaista näin taimikon kohtaloa. Tietyillä kohteilla kuitenkin vesakoitumisesta on etua, kun uudistamisalueella on ongelmia saa-

da taimikkoa kasvamaan esimerkiksi hallan takia. Tällöin syntyvä vesakko suojaa istutettuja kuusia halloilta.

Tämä työ jatkaa Kainulaisen (2011) opinnäytetyötä Laikku- ja kääntömätästyksen vaikutus kuusen alkukehitykseen tuoden esille uusia näkökulmia laikku- ja kääntömätästyksen eroavaisuuksiin. Työssä käytetään aiempia koealatietoja. Lisäksi on mitattu uusia tietoja samoilta koealueilta. Työn tarkoituksena on tuoda esille vanhojen ja uusien mitattujen tietojen avulla laikku- ja kääntömätästyksen eroja. Eroja tutkitaan esimerkiksi taimien kasvuista, tyviläpimitoista ja kunnosta. Erityisesti kiinnitetään huomiota luontaisten taimien määrään taimen ympärillä sekä ympyräkoealueella. Niiden avulla voidaan selvittää perkaustarvetta ja kustannuksia laikku- ja kääntömätästysalueilla. Tutkimus rajoittuu kuusen istutustaimiin kivennäismaassa. Koealoja on kaksi Nenonpelto ja Tulilampi. Kasvupaikkana molemmissa koealueissa on tuore kangas, joista Tulilampi on hiukan karumpi.

## **2 MAANMUOKKAUS**

### **2.1 Tavoitteet**

#### **2.1.1 Kustannuksien pienentäminen**

Maanmuokkauksen tavoitteena on parantaa taimien kasvua ja elossa säilymistä ensimmäisten vuosien aikana sekä helpottaa istutustyötä ja parantaa uudistamisen laatua (Luoranen ym. 2012, 72). Muokattuun maahan on helppo istuttaa ja myös istutuksen laatu on parempaa muokatussa maassa kuin muokkaamattomassa. Näillä tekijöillä on vähentävä vaikutus taimikon perustamiskustannuksiin, kun tarkastellaan ajanjaksona taimikon perustamisesta taimikonhoitoon saakka. (Luoranen ym. 2008, 25.) Maanmuokkauksella on myös kokonaiskustannuksiin vähentävä vaikutus, esimerkiksi voidaan käyttää pienempiä taimia, aikaansaada parempi kasvu ja eloonjääminen sekä vähentää heinimistarvetta (Luoranen ym. 2012, 72).

Hyvällä maanmuokkauksella voidaan vaikuttaa koko uudistamisketjun kustannustehokkuuteen. Sopimaton maanmuokkaus voi tulla hyvinkin kalliiksi. Esimerkiksi, kun maanmuokkaus paljastaa kivennäismaata runsaasti, niin taimikonhoitokustannukset

nousevat. Äestysjäljessä perkaustarve säilyy pitkään ja uusiutuu nopeasti kasvatettavan puuston hitaan kasvun vuoksi. Lehtipuuvesakko saavuttaa tällöin nopeasti havupuutaimien pituuden. Mättäillä kasvatettavan puuston kasvu on parempi kuin äestysjäljessä. (Luoranen ym. 2012, 72.) Paremman kasvun lisäksi mättäällä on etuina muihin muokkausmenetelmiin ja muokkaamattomaan maahan alhaisempi taimikuolema ja pienempi täydennysviljelytarve (Luoranen & Kiljunen 2006, 23).

### **2.1.2 Pintakasvillisuuden kilpailu ja tuhojen torjunta**

Muokkauksen tavoitteena istutustyön helpottamisen lisäksi on vähentää pintakasvillisuuden kilpailua ja vähentää tuhoja. Pintakasvillisuus kilpailee taimen kanssa kasvutilasta, valosta, vedestä ja ravinteista. (Luoranen ym. 2008, 22.) Pintakasvillisuuden aiheuttamia haittoja taimille ovat tukahduttaminen sekä niiden kasvun heikentäminen (Luoranen ym. 2012, 75–76). Maanmuokkauksen avulla vapautetaan taimen ympäröivä alue noin 1–5 vuodeksi riippuen muokkausmenetelmästä ja kohteen viljavuudesta (Luoranen ym. 2008, 22–23). Kuitenkin maanmuokkauksella voidaan, varsinkin kosteilla kivennäismailla, lisätä pintakasvillisuuden määrää. Uudistushakkuun jälkeen lisääntyneen valon ja lämmön seurauksena alueella olevat koivun, heinän ja ruohojen siemenet itävät hyvin. (Luoranen ym. 2012, 76.)

Maanmuokkauksen tarkoituksena on rikkoa maan pintaa ja muokattu maa on hyvä siementen itämisalusta. Kuitenkin maanmuokkaus tulisi tehdä niin, että estetään liiallisen lehtipuuvesakon syntymistä. Esimerkiksi äestyksessä paljastuu enemmän kangasmaan pintaa kuin laikkumätästyksessä ja näin ollen vesakkoa syntyy äestysjälkeen enemmän kuin laikkumätästysjälkeen. (Luoranen ym. 2008, 23–24.)

Maanmuokkaus on yksi parhaimmista keinoista vähentää tukkimiehentäin tuhoalttiutta istutustaimilla. Tukkimiehentäit karttavat kivennäismaanpintaa, joten maanmuokkauksessa olisi tärkeää saada sitä esille. Taimen etäisyys humukseen tulisi olla vähintään 10 cm, jotta tuhoja saataisiin estettyä. Tukkimiehentäin riski kasvaa, jos humusta on istutuskohdassa sellaisenaan tai sekoittuneena kivennäismaahan. Mättään kohoumat verrattuna menetelmiin, joissa vain pintamaa poistetaan, ovat tehokkaampia. (Luoranen ym. 2012, 75.) Suojaava vaikutus vähenee, kun maanmuokkausjälki vanhenee ja peittyy karikkeella ja pintakasvillisuudella (Luoranen ym. 2008, 24). Tukki-



miehentäin tuhojen lisäksi maanmuokkauksella vähennetään myyrätuhoriskiä. Tämä hyöty korostuu pellonmetsityskohteilla.

Maanmuokkaus kohoumilla eli mättäillä vähennetään jonkin verran hallatuhoja. Huomioitavia asioita on ahava ja roustetuhot. Niiltä vältetään, kun mättäistä ei tehdä liian korkeita muuhun ympäristöön nähden, istutetaan taimet tarpeeksi syvälle ja vältetään syysistutuksia roustealttiilla kasvupaikoilla. (Luoranen ym. 2008, 25.)

### **2.1.3 Taimen kasvuvaatimukset**

Istutettava taimi tarvitsee selviytyäkseen ja kasvaakseen vettä ja happea. Uudistusalalta poistetaan yleensä haihduttava puusto kokonaan tai osittain. Haihduttavan puuston poisto lisää maaperän veden määrää ja se voi nostattaa myös pohjavettä. Jotta taimien juurilla olisi sopiva kasvupaikka veden määrän lisääntyessä, tulee alueelle tehdä oikeanlainen maanmuokkaus ja tarpeen vaatiessa ojitus. Tällaisia vesitalousongelma alueita ovat yleensä hienorakenteiset ja alavat alueet. (Luoranen ym. 2008, 19.)

Etenkin kohoumia tekevien maanmuokkauksien tavoite on nostattaa maan lämpötilaa. Keväällä alle +8 asteessa taimen juurten kasvu sekä ravinteiden ja vedenotto ovat hyvin hitaita. Kohoumilla lämpö kohoaa nopeammin keväällä ja kesällä se on korkeampi kuin muokkaamattomassa maassa. Lämpötilan nostattaminen edistää näin ollen taimien alkukehitystä ja ne juurtuvat paremmin. (Luoranen ym. 2012, 76.)

Suomen metsämaat ovat luonnostaan tiiviitä. Uudistushakkuun yhteydessä metsäkooneet voivat tiivistää sitä yhä enemmän. Hyvin tiivis maa, jossa on pienet ja heikosti ilmaa johtavat huokoset, vaikeuttaa taimen juuriston hapen saantia. Lisäksi tiivis maa lämpenee hitaammin kuin kuohkea maa ja taimen on hankala ankkuroitua sellaiseen. Tiivistä maata voidaan maanmuokkauksella väljentää. (Luoranen ym. 2008, 21.) Ilmatilan lisääminen edistää taimen juurtumista ja sitä kautta edistää taimen kasvuedellytyksiä (Luoranen ym. 2012, 76–77). On kuitenkin varottava liian löyhää kasvualustaa, johon taimi ei myöskään pysty ankkuroitumaan (Luoranen ym. 2008, 21).

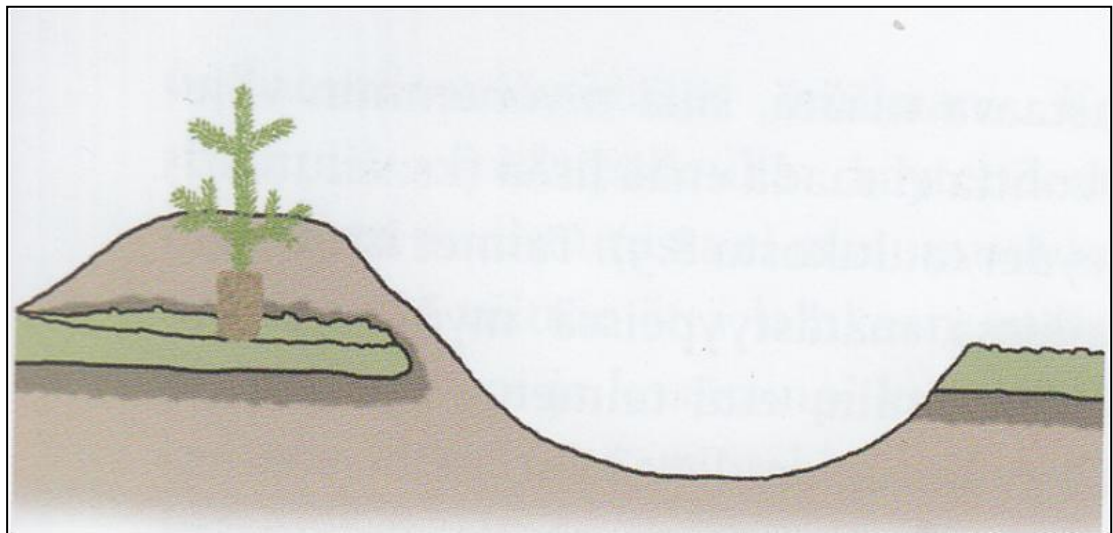
Humuskerroksessa ja aivan kivennäismaan pintaosassa sijaitsee taimelle eniten käyttökelpoisia ravinteita (Luoranen ym. 2008, 22). Laikku- ja kääntömätästyksissä humuskerroksen jääminen kivennäismaan alle tuottaa taimelle ravinteita hajotessaan.

Ravinteet parantavat taimen kasvua ja ne ovat helposti taimen saatavilla. (Luoranen ym. 2012, 76–77.)

## 2.2 Laikkumätästys

Laikkumätästys tehdään sopivan leveillä kauhoilla ja levyillä. Kohouma tehdään niin että vedetty maa käännetään kaivinkoneen tasapohjaisella kauhalla tai muokkauslevyllä muokkaamattoman maan pinnalle. (Luoranen ym. 2008, 34.) Laikun sisään jää näin ollen kaksinkertainen humuskerros (Luoranen ym. 2012, 79). Laikkumätästys soveltuu hienojakoisille kivennäismaille ja turvemaille, joilla ei ole selvää vesitalouden järjestelytarvetta. Selvällä vesitalouden järjestelytarpeella tarkoitetaan, että lieviä ongelmia on odotettavissa, muttei kuitenkaan vielä ojitustarvetta. (Luoranen & Kiljunen 2006, 32.)

Paras muokkausajankohta laikkumätästykseen on viljelyvuosi, mutta se voidaan tehdä myös jo edeltävä syksynä. Hyvä laikkumätäs (Kuva 1) tehdään vain humuksesta ja kivennäismaan pintaosista. (Luoranen ym. 2008, 46.) Mättään väliin ei saa jäädä hakkuutähteitä, koska se jättää helposti humuskerroksen väliin ilmakerroksen. Ilmakerros estää veden kapillaarista nousua ja näin ollen kuivattaa mätästä. (Luoranen ym. 2008, 34.)



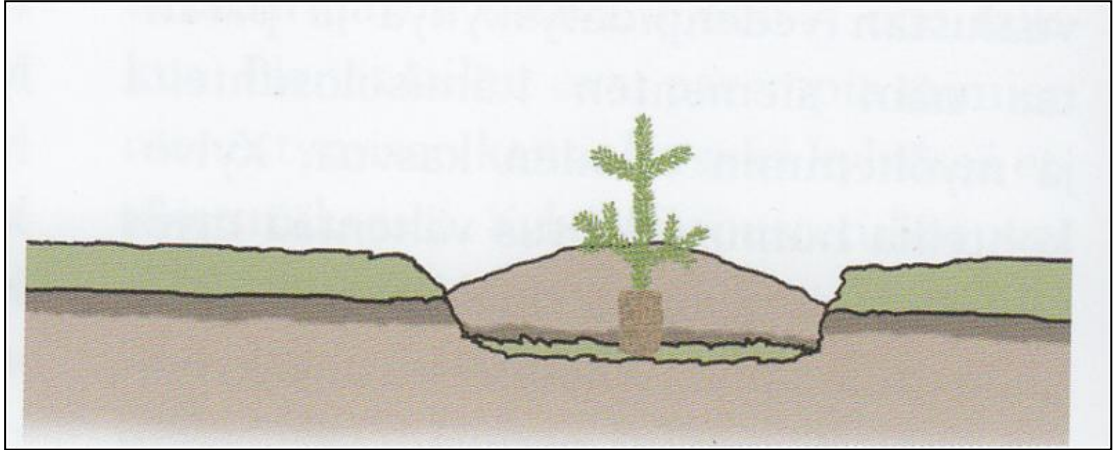
**KUVA 1. Laikkumätästys (Luoranen ym. 2012, 80).**

Kivennäismaa mättään päällä on 5–10 cm paksu ja koko mättään peittävä. Jotta kivennäismaamäärä riittää peittämään mättään, lisätään laikun pituutta, ei syvyyttä. Mättään mittoina korkeus on 15–20 cm keskikarkeilla mailla ja 5–10 cm hienorakenteisilla mailla, leveys on 50–60 cm ja pituus 60–80 cm. Hehtaarille tavoitteena on saada 1 800–2 200 mätästä. Uudistusalueella kuitenkin kivet, kannot ja hakkuutähde heikentävät mättäiden laatua ja näin vähentävät istutuskelpoisia mättäitä. Siksi mättäitä tehdään tavoitemäärästä enemmän. (Luoranen ym. 2008, 46.)

Taimen juuristo tulisi saada kaksinkertaiseen humuskerrokseen sekä vähintään 5 cm syvyyteen (kuva 1). (Luoranen ym. 2008, 46.) Hienolajitteisella kasvupaikalla mätäistä tulisi tehdä matalia, jos lumipeite on ohut tai sitä ei ole lainkaan. Matala mätäs ehkäisee routa- ja ahava vaurioita. (Luoranen & Kiljunen 2006, 32.)

### **2.3 Kääntömätästys**

Kääntömätästys sopii keskikarkeille kivennäismaille ja turvemaille, joissa vesitalous on kunnossa (Luoranen ym. 2012, 79–80). Se soveltuu ahavaherkille paikoille, jos vesitalous on kunnossa, koska mättään pinta on lähellä ympäröivän maan tasoa (Luoranen & Kiljunen 2006, 32). Kääntömätästyksessä muokkaus tehdään tarkoitusta varten tehdyllä kauhalla. Mätästyksessä otetaan kauhalla maata, joka pudotetaan kääntäen samaan kuoppaan, josta se on otettu. Näin pinnalle jää kivennäismaata ja humus jää pääosin kuopan pohjalle. (Luoranen ym. 2008, 32.) Mättään väliin tällöin jää vain yksinkertainen humuskerros (Kuva 2). Kääntömätäs on muokkauksen jälkeen noin 5 cm korkea, mutta painuu jo ensimmäisen talven aikana. (Luoranen ym. 2012, 79–80.)



**KUVA 2. Kääntömätästys (Luoranen ym. 2012, 80).**

Paras ajankohta kääntömättään tekemiseen kivennäismailla on viljelyvuosi, mutta se voidaan tehdä myös jo edeltävänä syksynä. Routivat maat varsinkin kannattaa muokata edeltävänä syksynä. Kivennäismaakerros mättään pinnalla tulee olla yhtenäinen. Se on paksuudeltaan 5–10 cm. Mättään leveys tulisi olla 50–60 cm ja pituus 60–80 cm. Tavoitteena muokkausjälkiä on saada hehtaarille 1 800–2 200 kappaletta. (Luoranen ym. 2008, 48.)

### **3 KUUSENTAIMIEN KILPAKUMPPANIT**

#### **3.1 Pintakasvillisuus**

Uudistusalalla olosuhteet muuttuvat ääreviksi, kun vettä ja ravinteita käyttävä puusto poistetaan. Puuston poiston seurauksena pohjaveden pinta nousee ja ravinteita vapautuu esimerkiksi hakkuutähteistä ja kannoista. Lisäksi säteilyn määrä lisääntyy, minkä vaikutuksesta päivälämpötilat nousevat ja yöt viilenevät. Ravinteiden ja valon määrän lisääntyminen lisää pintakasvillisuutta. (Luoranen ym. 2012, 33.)

Pintakasvillisuus kilpailee taimikon varhaiskehityksessä esimerkiksi kasvutilasta, valosta, ravinteista ja vedestä. Kilpailu vaikuttaa taimien muotoon. Taimesta tulee hento ja lisäksi kilpailu lisää tukkimiehentäi- sekä myyrätuhoriskejä. Kilpailemisen lisäksi pintakasvillisuus voi aiheuttaa mekaanisia vaurioita. Mekaanisia vaurioita tulee esimerkiksi, kun heinä ja lumi yhdessä painuvat taimen päälle. Pintakasvillisuudessa

kastikat ja metsälauhat ovat yleensä eniten haittaavia. Muita haitallisia ovat myös vadelma ja sananjalka. (Luoranen & Kiljunen 2006, 77–78.)

Uudistamalla ala mahdollisimman nopeasti päätehakkuun jälkeen sekä käyttämällä sopivaa maanmuokkausta, saadaan etumatkaa pintakasvillisuuteen. Mätästyksellä on hyviä vaikutuksia pintakasvillisuutta vastaan. Mättäessä taimi on korkeammalla ja näin pysyy helpommin pintakasvillisuuden yläpuolella. Ympäröivä heinä myös kaatuu yleensä pois päin korkeammasta mättäestä. Mättäessä taimi lähtee myös kasvamaan nopeammin kuin laikussa tai äestysjäljessä. Lisäksi on tutkittu, että rikkakasvien siemenet itävät huonommin, koska mättään pinta on kuiva ja kuivuu nopeasti. (Luoranen & Kiljunen 2006, 78–79.)

### **3.2 Luontainen lehtipuusto**

Pintakasvillisuuden tavoin kuusen alkukehitystä häiritsee luontainen lehtipuusto kuten koivut, lepät ja haapa. Ne hidastavat pituuskasvua ja heikentävät puuaineen laatua esimerkiksi vaurioittamalla taimien latvoja. Runsas lehtipuusto hidastaa myös taimien järeytymistä. (Luoranen & Kiljunen 2006, 82.) Luontaisen lehtipuuston kehitys kuitenkin on vähäisempää ja hitaampaa mättäillä kuin muissa maanmuokkausjäljissä tai muokkaamattomassa maassa (Luoranen & Kiljunen 2006, 23–27).

#### **3.2.1 Lehtipuiden vesomistavat**

Vesominen lehtipuilla on kasvullista uudistumista kantojen tai juurien silmuista puun kaatamisen tai muun vaurioitumisen jälkeen. Kaadon jälkeinen vesomiskyky riippuu monesta eri tekijästä. Näitä ovat vesovien silmujen alkuperä, niiden rakenne, sijainti, lukumäärä, puhkeamisen dynamiikka ja aktiivisuus. (Valkonen ym. 2001, 94.)

Koivulla vesat syntyvät juurivesojen sijaan kantojen leposilmuista. Näistä noin 70–95 % sijaitsee maan alla. Kaadon jälkeen leposilmut aktivoituvat ja puhkeavat kahdesta viikosta neljään viikkoon, jos olosuhteet ovat suotuisat. Hieskoivun vesomiskykyä pidetään parempana kuin rauduskoivun, mutta tarkempia tutkimuksia asiasta ei ole tehty. Harmaalepällä ja haavalla vesat syntyvät jälkisilmuista ja kanto- ja juurivesoista. Poikkeuksena on tervaleppä, joka voi tehdä vesoja vain kannosta. Haavan vesomisessa kannattaa ottaa huomioon, että sen juuristo yltää hyvinkin kauaksi emopuusta. Pajujen

vesominen tapahtuu pääasiassa varren maanpäällisistä silmuista, erityisesti sivuver-soista. Koivun tapaan pajulla ei synny juurivesoja. (Valkonen ym. 2001, 94.)

Vesojen alkukehitys ensimmäisinä vuosina verrattuna siementaimiin on huomattavasti nopeampaa. Esimerkiksi vesasyntyiset koivut verrattuna siemensyntyisiin voivat olla kolmen vuoden kuluttua 1–1,5 metriä pidempiä. Kuitenkin siemensyntyiset taimet ottavat vesasyntyiset kiinni pituuskasvussa jo muutamassa vuodessa. Syitä vesasyn-tyisten taimien nopeaan kasvuun ei tunneta hyvin, mutta yhtenä tekijänä voidaan pitää muuttunutta juuri-versosuhdetta. Ensimmäisinä vuosina vesoilla on käytössä kaadetun puun juuristo, mutta myöhemmin ne kasvattavat omia juuria, mikä on tärkeää myö-  
hemmälle kehitykselle. (Valkonen ym. 2001, 94–95.)

### **3.2.2 Vesomisen ulkoiset ja sisäiset tekijät**

Puiden vesomiseen kaadon jälkeen vaikuttavat niin ulkoiset kuin sisäisetkin tekijät kuten puulaji, kaatoajankohta, puun koko ja ikä, kannon korkeus, kaatotapa, toistuva vesottaminen ja kasvupaikka. Puulajeista osa on nopeasti vesovia kuten eri pajulajit. Erot puulajien välillä selittyvät osittain vesovien silmujen määrällä, sijainnilla ja oimi-naisuuksilla. Vesomisrunsaus hetkellisesti paranee puun koon ja iän kasvaessa, mutta alkaa sitten heikentyä. Tämän on arveltu johtuvan puun paksusta kuoresta. Paksu kuo-ri haittaa silmujen kasvua ja puhkeamista. (Valkonen ym. 2001, 95.)

Parhaimpana vesakon kaatoajankohtana pidetään kasvukautta eli kesä-heinäkuuta. Ajankohta ei ole vaikuttanut vesojen määrään tai vesovien puiden osuuteen, vaan pi-tuuskehitykseen. Kasvukauden aikana kaadetut vesat kasvavat jopa puolta vähemmän. Vesovien silmujen sijainti määrittelee, miltä korkeudelta puu kannattaa kaataa. Kan-non korkeudesta on kuitenkin saatu ristiriitaisia tietoja. Jos halutaan vähentää veso-mista, voidaan puu kaataa joko aivan maan rajasta tai jättää pitkä kanto. Kaataminen maan rajan läheltä jättää vähän silmuja. Pitkä kanto taas mahdollistaa myöhemmin lahon vaikutuksen. Kaatotavalla on vähäinen vaikutus vesomiseen. (Valkonen ym. 2001, 95–96.)

Toistuvan vesojen kaatamisen lyhyin väliajoin on tutkittu vähentävän vesomiskykyä ja vesojen kasvua sekä koivulla että useilla muillakin puulajeilla. Kuitenkin on puula-jeja, joiden vesomiskyky ei tästä vähenny. Siemensyntyisiin verrattuna vesasyntyiset

koivut, lepät ja pajut vesovat paremmin. Tämä johtuu siitä, että vesasyntyisten taimien rungoille syntyy heti vesomiskykyisiä leposilmuja. Vesojen syntyyn ei kasvupaikan viljavuudella näyttäisi olevan vaikutusta. (Valkonen ym. 2001, 96.)

#### 4 KUUSEN TAIMIEN TUHOLAISIA

Peltomyyrä aiheuttaa tuhoa niin havu- kuin lehtipuille. Keskimäärin kolmen vuoden välein se esiintyy runsaana Etelä- ja Keski-Suomessa. Peltomyyrät tekevät tuhojaan yleensä talven aikana, mutta myös kesällä, jos taimen ympärillä on runsaasti heinäkasvillisuutta. Tuhon tunnistaa kalutusta rungon alaosaan lumirajan alla tai pieniksi palasiksi silputusta taimesta. Pienistä taimista, jotka ovat lumen alla, on katkaistu usein latva tai sivuoksat. Katkaisupinta on vino ja teräväreunainen kuten jäniksellä. Ennaltaehkäisevinä torjuntakeinoina ovat maanmuokkaus ja kemiallinen heinäntorjunta. (Poteri 2008, 21–22.)

Myyriin kuuluva metsämyyrä tekee tuhoaan havupuuntaimille, jotka ovat pituudeltaan puolesta metristä kahteen metriin. Kuusen taimista metsämyyrä syö lähinnä silmuja, jotka ovat yleensä lumirajan yläpuolella. Kuusi muodostaa uuden latvaverson alempana olevasta pääversion silmusta. Seurauksena kuitenkin usein on myös monilataisuus ja latvanvaihtoa. Torjuntakeinona voidaan latvoja suojata karkotteella. Taimista kannattaa mahdollisen latvatuhon jälkeen katkoa ylimääräiset oksien kärjet ja jättää paras, jotta uusi pääranka pääsee muodostumaan nopeammin. (Poteri 2008, 23–24.)

Hirvieläimet katkovat ja syövät havupuutaimien uusia tai vanhempia kasvaimia sekä riipivät lehtiä ja syövät ja katkovat versoja lehtipuun taimista. Tuhoja alkaa esiintyä yleensä istutusvuoden syksystä lähtien. Mättäille istutetut taimet ovat erityisen alttiita tuholle. Taimet, joita on syöty kerran, ovat alttiita toistuvalla syönnillä. Tämä aiheuttaa taimiin pensastumista. Yhtenä hyvänä torjuntana hirvieläimiä vastaan on tiheä taimikko. Latvakasvainsuojalla voi suojalla talvikauden taimen ylintä osaa. Taimia voi suojata talvikauden myös karkotteilla. (Poteri 2008, 26–29.) Kuusen taimiin kohdistuvat hirvieläintuhot ovat kuitenkin huomattavasti pienemmät verrattuna mäntyyn tai lehtipuihin. Suojaustarve ei ole niin tarpeellinen. (Kankaanhuhta ym. 2012.)

## 5 VARHAISPERKAUS

### 5.1 Tavoitteet ja toteutus

Luontainen lehtipuusto alkaa haitata kuusen taimikoissa yleensä jo muutaman vuoden jälkeen uudistamisesta. Mitä kauemmin hakkuusta on kulunut ennen kuin maanmuokaus ja istutus tehdään sitä nopeammin lehtipuusto alkaa haitata. Viljavalla kasvupaikalla 4–5-vuotiaassa kuusen taimikossa lehtipuuston pohjapinta-ala lähes kaksinkertaistuu vuosittain. Tästä voidaan päätellä, että lehtipuuston kilpailu kehittyy hyvin nopeasti. (Luoranen ym. 2012, 120.)

Varhaisperkauksen tavoitteena on lehtipuuston kilpailun vähentäminen havupuu taimikoissa. Poistettaessa haittaava lehtipuusto turvataan latvuksen häiriötön kehitys, joka antaa edellytyksiä nopeaan pituus- ja paksuuskasvuun. Haittaavan puuston poiston vaikutus näkyy ensin paksuuskasvussa ja sen jälkeen myös pituuskasvussa. Havupuun taimet kasvavat paremmin, kun haittaava puusto poistetaan ympäriltä. Verrattuna perkaamattomaan taimikkoon varhaisperatusta kuusen taimikossa jo parin vuoden kuluttua paksuuskasvu on 20–30 % parempi sekä keskipituus on 1–2 metriä suurempi. (Luoranen ym. 2012, 120.) Ensiharvennusvaiheeseen tultuaan hyvin hoidetun harvennusleimikon saa myytyä varmemmin ja paremmalla kantohinnalla kuin hoitamattoman leimikon. Lisäksi oikein ajoitettuna taimikonhoito voi vähentää ennakkoraivauksen tarvetta. (Riikilä 2010, 9–11.)

Varhaisperkausta voidaan tehdä kahdella tavalla. Poistamalla kaikki havupuita haittaava lehtipuusto aukkopaiikkoja lukuun ottamatta tai reikäperkauksella, jossa poistetaan ainoastaan kasvatettavien havupuiden ympäriltä noin metrin säteeltä kilpaileva puusto sekä vesaryhmät kauempaakin. Varhaisperkauksessa ei yleensä poisteta istutettuja havupuita, mutta niin sanottuja susipuita voi jo tässä vaiheessa poistaa. (Luoranen ym. 2012, 120.)

Etelä-Suomessa tuoreella ja lehtomaisella kankaalla lehtipuusto kasvaa nopeammin kuin istutetut kuuset. Niinpä varhaisperkaus on tarpeellinen suunnilleen metrin pituisena eli 4–6 vuoden kuluttua istutuksesta. Perattava määrä voi vaihdella suurestikin niin taimikon eri osissa kuin myös taimikoiden välillä. Kivennäismaan kosteissa osis-



sa ja painanteissa perattavaa on yleensä eniten. Yleensä poistettava puusto on 1–2 cm paksua ja sitä on 10 000–20 000 runkoa hehtaarilla. (Luoranen ym. 2012, 120–121.)

Varhaisperkaus kannattaisi ajoittaa juhannuksesta elokuun loppuun, koska tällöin uudelleen syntyvän vesakon pituuskasvu on hitaampaa. Tämä johtuu siitä, että ravinnevarat ovat menneet lehtiin eikä juurissa ole paljon ravinteita kasvattamaan uusia versoja perkauskannoista. (Luoranen ym. 2012, 124–126.)

Lehtipuuston ollessa perkaushetkellä kookasta myös uudelleen vesoittuminen on voimakkaampaa. Varsinkin haapa, paju ja lepän vesat kehittyvät hyvin nopeasti. Varhaisperkaus voidaan joutua tekemään nopeasti vesoittuneilla alueilla 2–3 vuoden kuluttua uudelleen. Varhaisperkausta ei kuitenkaan kannata viivästyttää, koska se lisää perkauskustannuksia ja kookkaammat perattavat lehtipuustot vesovat uudelleen voimakkaammin. (Luoranen ym. 2012, 126.)

Perkauskustannuksia nostaa poistettavan lehtipuuston läpimitta, jonka kasvattaminen hidastuttaa ja vaikeuttaa raivaussahatyötä. 4–5-vuotiaassa taimikossa vuoden viivästyttäminen nostattaa perkauskustannuksia noin 10 prosentilla. Varhaisperkaus tehdään yleisimmin mekaanisella raivaussahalla. Muita vaihtoehtoja ovat kemiallinen torjunta ja koneelliset ratkaisut. (Luoranen ym. 2012, 126–127.)

## **5.2 Perkaustarvetta vähentävät toimenpiteet**

Varhaisperkauksen tarvetta voidaan minimoida monilla yksinkertaisilla ja edullisilla nikseillä. Näitä keinoja ovat varttuneiden puustojen väljennyshakkuiden välttäminen, lehtipuiden poistaminen ennen päätehakkuuta, nopea istutus ja tarkka maanmuokkaus. Noin 10–15 vuotta ennen päätehakkuuta puustoa ei kannattaisi hakkuuttaa, koska lisääntynyt valo parantaa pintakasvillisuuden kasvuedellytyksiä. Kuitenkin lehtipuiden poistaminen päätehakkuu alalta kannattaa ajoittaa noin 5 vuotta ennen päätehakkuuta, koska se vähentää vesakoitumista. (Riikilä 2010, 12–14.) Haapojen vesomista voidaan ehkäistä esimerkiksi kaulaamisen ja taskuttamisen avulla (Luoranen ym. 2012, 31).

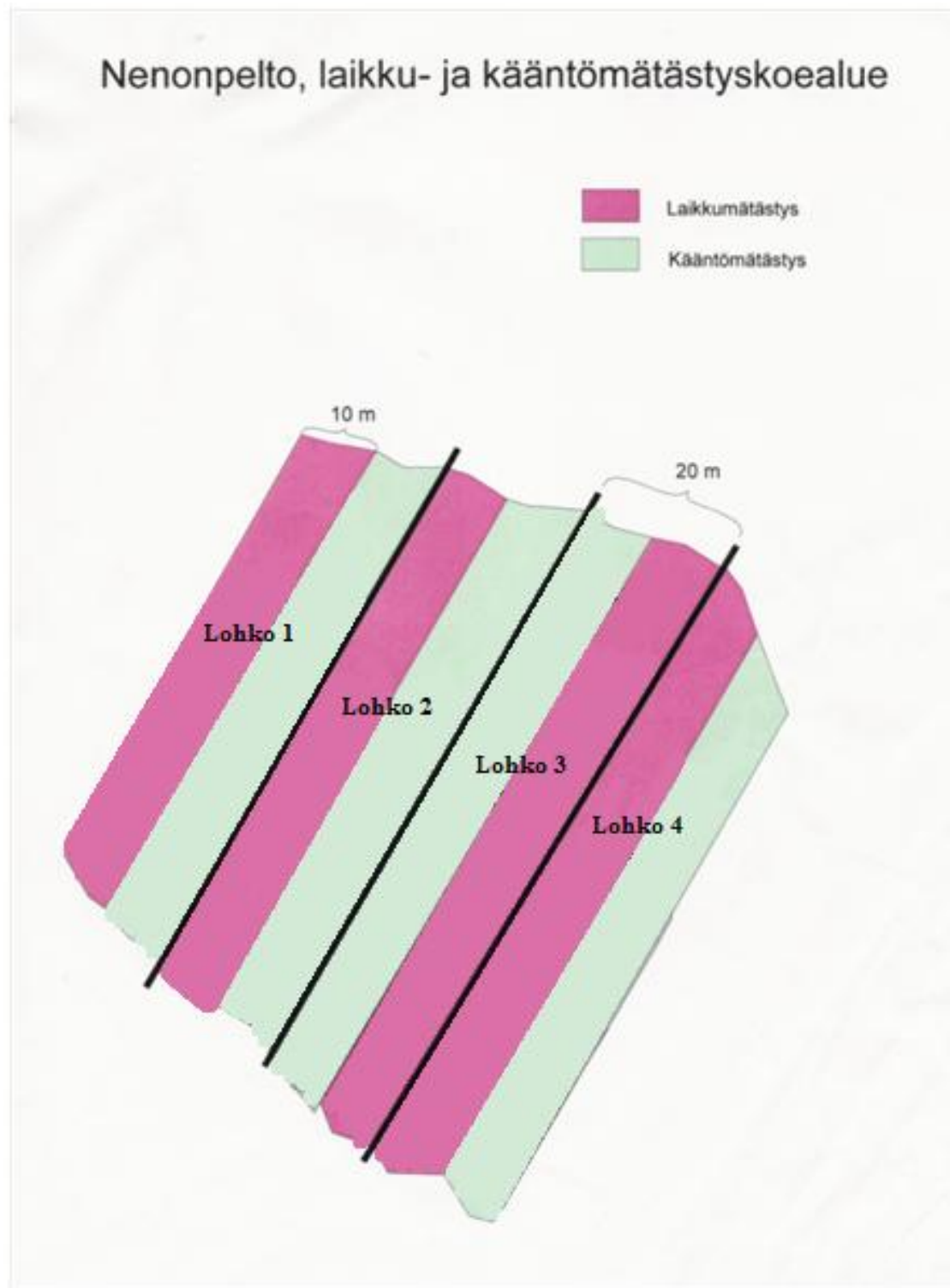
Maanmuokkauksen valinnalla voidaan jonkin verran vaikuttaa poistettavan lehtipuuston määrään. Siemensyntyistä lehtipuustoa syntyy sitä enemmän mitä enemmän maanpintaa rikotaan. Esimerkiksi äestysalalle mätästykseen verrattuna syntyy puoli-

toistakertaa enemmän lehtipuustoa. Lehtipuusto sijaitsee äestyksessä ja laikutuksessa hyvin lähellä havupuuta. Lehtipuun siemenille mättään pinta on useamman kasvukauden ajan epäsuotuisa itämiselle, jonka vuoksi mätästetyillä alueilla on enemmän pelivaraa myös varhaisperkauksen ajoitukseen. (Luoranen ym. 2012, 124.)

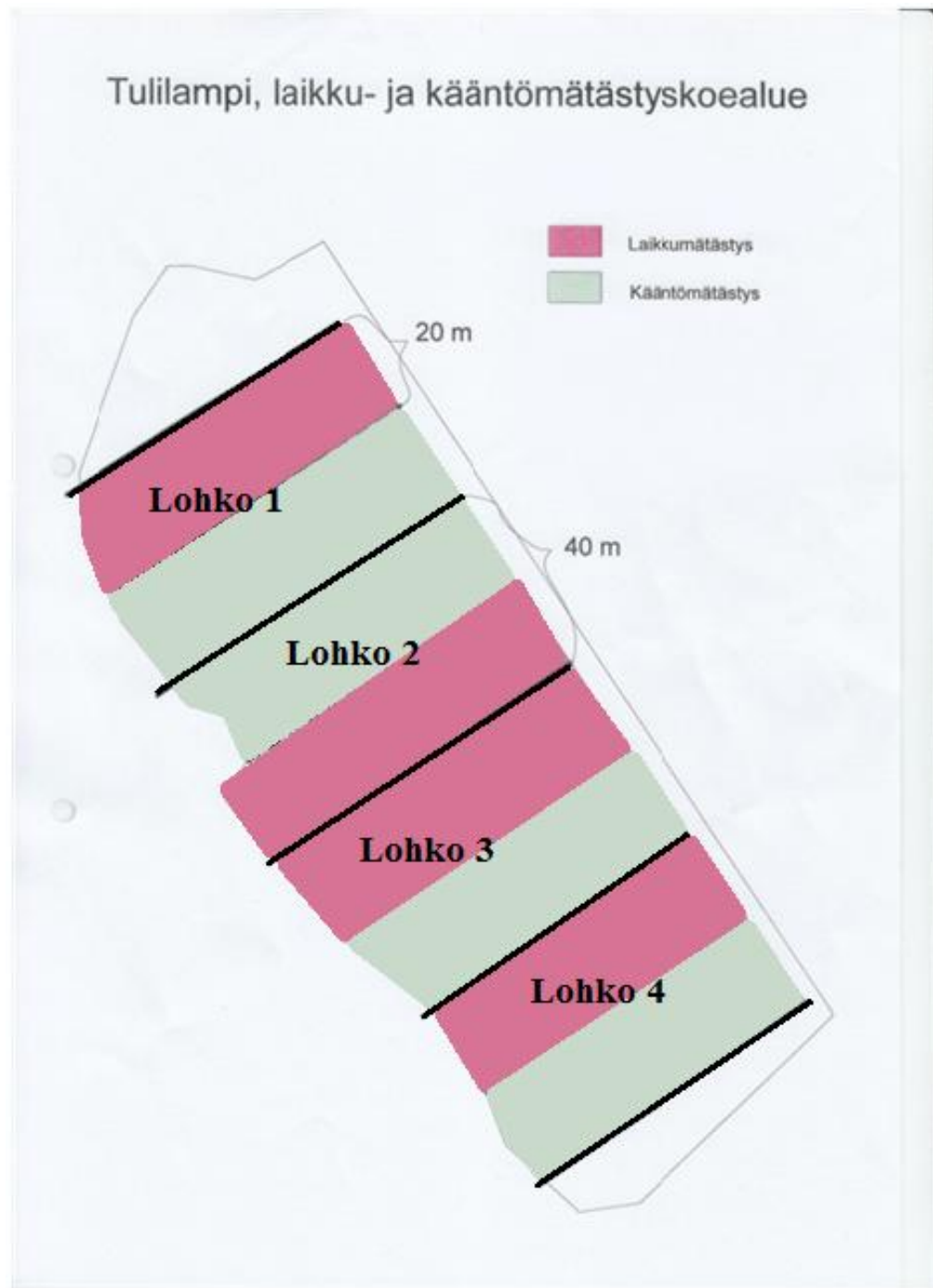
## **6 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT**

### **6.1 Tutkimuksen perustietoja**

Tutkittavat koealueet sijaitsevat Nikkarilan opetusmetsässä Nenonpellossa ja Tulilammella (Liite 7). Koealueet ovat jaettu neljään lohkoon, joihin muokkausmenetelmät arvottiin (Kuva 3 ja 4). Lohkon leveys Tulilammella on 40 metriä ja Nenonpellossa 20 metriä. Koealueet muokattiin loka-marraskuussa 2005 kaivinkoneella Daewoo 150 LC-V ja istutettiin pottiputkella keväällä 2006. Ammattimetsuri istutti Tulilammen koealueen ja opiskelija Nenonpellon alueen. (Kainulainen 2011, 14.)



KUVA 3. Nenonpellon koealue.



**KUVA 4. Tulilammen koealue.**

Jokaiseen lohkoon Tulilammelle ja Nenonpeltoon perustettiin neljä ympyräkoealaa, joten yhdelle koealueelle tuli 16 ympyräkoealaa. Yhteensä ympyräkoealueita on 32 kappaletta. Ympyräkoealojen säteenä on 5,64 metriä eli pinta-alaltaan ne ovat sata neliometriä. Taimimateriaalina käytettiin Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimustarhalla viljeltyjä 2-vuotiaita kuusentaimia, jotka oli suojattu Decis Ec 25 tuho-laissuojajavalmisteella tukkimiehentäitä vastaan. (Kainulainen 2011, 16–17.)

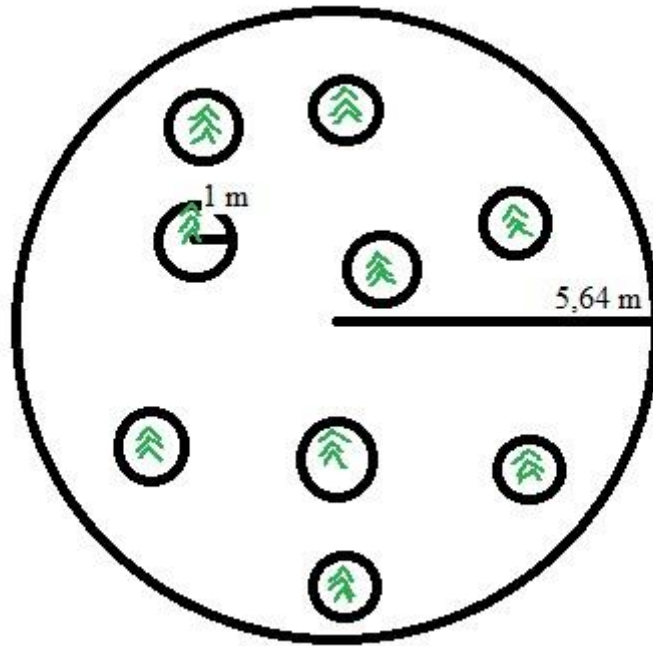
## 6.2 Maastomittaukset

Maastomittauksia on tehty Nenonpellon ja Tulilammen perustetuille koealueille kolme kertaa. Jotta mittaukset eri vuosina onnistuisivat, jokaisen ympyräkoealan taimista määritettiin suunta ja etäisyys koealan keskipisteestä. Lisäksi koealan taimet kirjattiin juoksevilla numeroinnilla. Ensimmäinen ympyräkoeala sijoitettiin 10 metrin päähän palstan reunasta. Välimatka koealojen välillä on 25 metriä. (Kainulainen 2011, 17.) Ympyräkoealojen keskipisteet merkittiin lasikuitukepeillä.

Ensimmäinen maastomittaus tehtiin syksyllä 2007 opiskelijatyönä. Mittauksissa kirjattiin taimen sijaintitiedot ja muita taimen tietoja sekä arvioitiin muokkaus- ja istutusjälkeä. Muokkausjäljestä eli istutuspaikean mättäystä mitattiin pituus, leveys ja korkeus. Lisäksi mitattiin taimen istutussyvyys, kivennäismaan paksuus ja humuskerroksen paksuus. Taimesta mitattiin pituus, kasvut vuosilta 2006 ja 2007 ja etäisyys humukseen. Pensastuminen, kuntoluokka ja mahdollinen syy huonoon kuntoon arvioitiin lisäksi jokaisesta taimesta. (Kainulainen 2011, 17.) Maasto- ja muuttujalomakkeet ovat liitteissä 1 ja 2.

Toinen mittaus tehtiin keväällä 2009 ja sen suorittivat kaksi ammattimetsuria. Tässä mittauksessa taimista mitattiin pituus ja kasvu vuodelta 2008. Lisäksi määritettiin taimista pensastuminen viimeisen vuoden kasvusta, kuntoluokka ja mahdollinen syy huonoon kuntoon. (Kainulainen 2011, 17.) Liitteissä 3 ja 4 ovat mittauksien maasto- ja muuttujalomakkeet.

Kolmas mittaus tehtiin heinäkuussa vuonna 2012 opiskelijatyönä. Taimista mitattiin pituudet vuosilta 2009–2012 ja tyviläpimitta noin 10 senttimetrin korkeudelta maanpinnasta. Taimen kuntoluokka ja tuhot kirjattiin ylös sekä mahdollinen syy huonoon kuntoon. Taimen ympäriltä metrin säteeltä laskettiin lehtipuiden määrä sekä mitattiin keskimääräinen lehtipuiden valtapituus. Lehtipuun valtapituuden avulla määriteltiin perkaustarve. Lisäksi jokaiselta ympyräkoealueelta ( $r = 5,64$ ) laskettiin kaikki puulajit. Kuva 5 havainnollistaa ympyräkoealaa. Vuoden 2012 mittauksessa käytettiin liitteenä 5 olevaa lomaketta.



**KUVA 5. Ympyräkoeala.**

Vuosien 2007, 2009 ja 2012 kerätyistä mittaustiedoista koostettiin yhtenäinen Excel-taulukko. Taulukko siirrettiin analysoitavaksi PASW Statistics -ohjelmaan. Mitatuista yksiköistä osa noudattaa normaalijakaumaa ja osa ei. Näin ollen testi on valittu tapauskohtaisesti ja kerrotaan jokaisen asiakohdan alussa. Käytettyjä testejä ovat Mann-Whitneyn U-testi, Studentin t-testi ja Khiin neliötesti.

### **6.3 Virhelähteet**

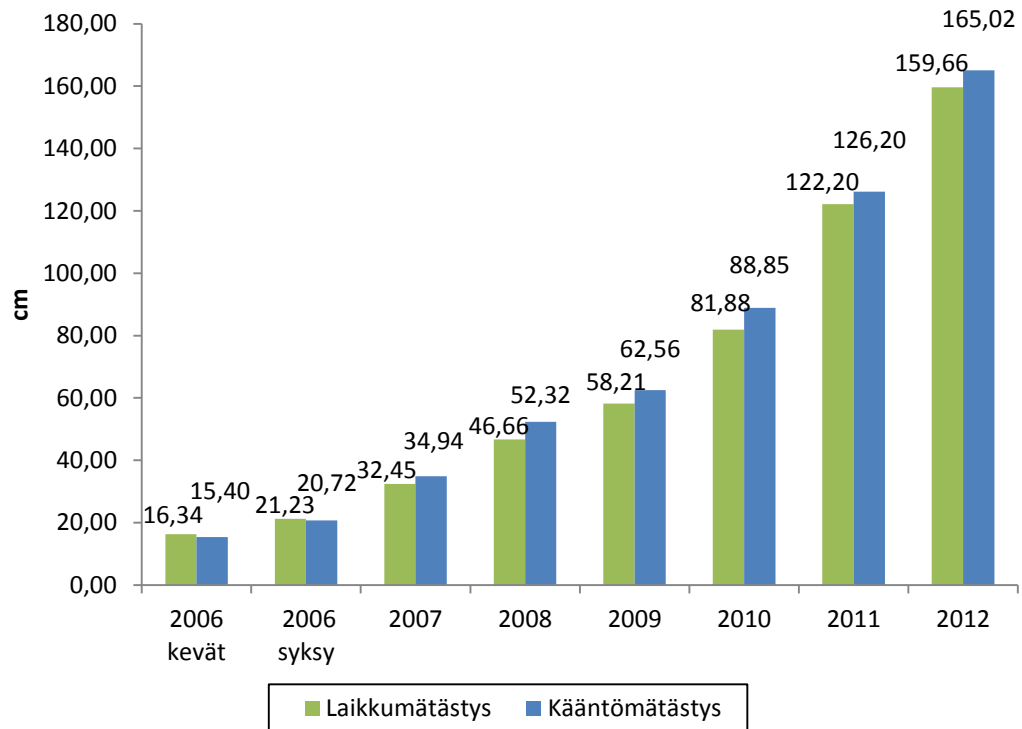
Kainulaisen työhön Laikku- ja kääntömätästyksen vaikutus kuusen alkukehitykseen verrattuna taimien kasvujen keskiarvoissa voi huomata poikkeavaisuuksia vuosissa 2006–2008. Syitä poikkeavaisuuteen ei ole selvillä.

## 7 TULOKSET

### 7.1 Taimien pituudet

Taimien pituuksia tarkastellaan vuoden 2006 istutuspituudesta vuoden 2012 pituuteen. Luvut ovat taimien pituuksien keskiarvoja. Kevään 2006 ja syksyn 2006 pituuksia ei ole mitattu maastossa, joten ne on saatu laskettua vuoden 2007 pituutta hyväksi käyttäen. Taimien pituuksien vertailussa on käytetty Mann Whitney U-testiä, koska kaikki paitsi vuoden 2012 pituus eivät ole normaalisti jakautuneita.

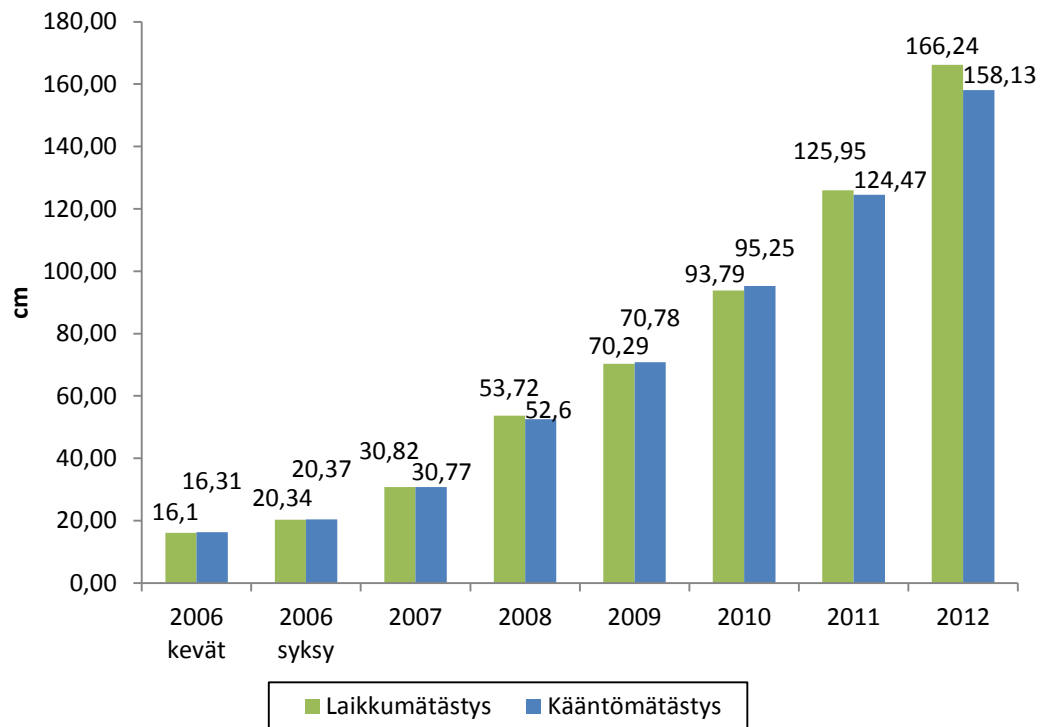
Nenonpellossa kääntömättääseen istutetut kuusen taimet ovat pidempiä kuin laikkumätästykseen istutetut. Poikkeuksena vuoden 2006 pituudet, joissa laikkumättääseen istutetut taimet ovat pidempiä kuin kääntömättääseen istutetut. Vuonna 2012 taimien pituudet ovat kääntömättäisiin istutetuilla 5,36 senttimetriä pidempi kuin laikkumättäisiin istutetuilla (Kuvio 1.) Laikkumättäisiin ja kääntömättäisiin istutettujen taimien välillä on vuoden 2008 pituudessa merkitsevää eroavaisuutta ( $p = 0,003$ ). Vähäistä eroavaisuutta voidaan huomata mätästykseen istutettujen taimien välillä vuoden 2007 pituudessa ( $p = 0,050$ ).



**KUVIO 1. Taimien vuosittaiset pituudet, Nenonpelto.**

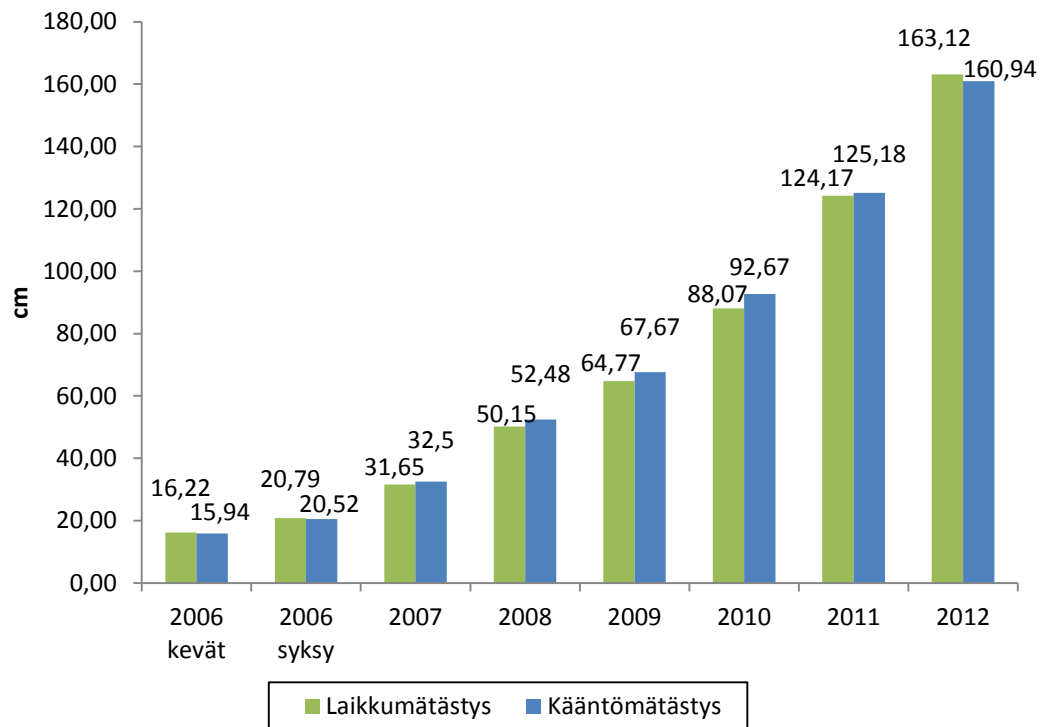
Tulilammella kuusen taimet ovat olleet vuosina 2006–2009 hyvin samanpituisia. Kääntömättäisiin istutetut taimet ovat olleet vuosina 2006 ja 2009 pidempiä kuin laikkumättäisiin istutetut. Vuosina 2007–2008 laikkumättäisiin istutetut taimet ovat olleet pidempiä kuin kääntömättäisiin istutetut. Vuonna 2010 kääntömättäisiin istutetut taimet ovat olleet 1,46 senttimetriä pidempiä kuin laikkumättäisiin istutetut. Seuraavana vuonna eli 2011 tilanne on kääntynyt päinvastoin. Laikkumättäisiin istutetut taimet ovat 1,48 senttimetriä pidempiä kuin kääntömättäisiin istutetut. Vuonna 2012 laikkumättäisiin istutetut taimet ovat pidempiä kuin kääntömättäisiin istutetut. Vuonna 2012 ero laikku- ja kääntömätästyksellä on 8,11 senttimetriä laikkumättäisiin istutettujen taimien hyväksi (Kuvio 2.) Tulilammen koealueella laikkumättäisiin ja kääntömättäisiin istutettujen taimien pituuksien välillä ei ole merkitsevää eroavaisuutta.





**KUVIO 2. Taimien vuosittaiset pituudet, Tulilampi.**

Kokonaisuudessaan, Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä, vuonna 2006 laikkumättäisiin istutetut taimet ovat olleet noin 0,3 senttimetrin verran pidempiä. Vuosina 2007–2011 kääntömättäisiin istutetut taimet ovat olleet pidempiä. Vuonna 2007 ero oli 0,85 senttimetriä ja vuonna 2009 ero on jo 2,9 senttimetriä kääntömättäisiin istutettujen taimien hyväksi. Kaikkein suurin ero oli vuonna 2010, jolloin kääntömättäisiin istutetut taimet olivat pituudeltaan 4,6 senttimetriä pidempiä kuin laikkumättäisiin istutetut. Ero pienentyi seuraavana vuotena noin yhteen senttimetriin. Vuonna 2012 laikkumättäisiin istutetut taimet olivat keskimäärin 2,18 senttimetriä pidempiä kuin kääntömättäisiin istutetut. (Kuvio 3.) Pituuksissa ei ole merkitsevää eroavaisuutta laikkumättäisiin ja kääntömättäisiin istutettujen taimien välillä.

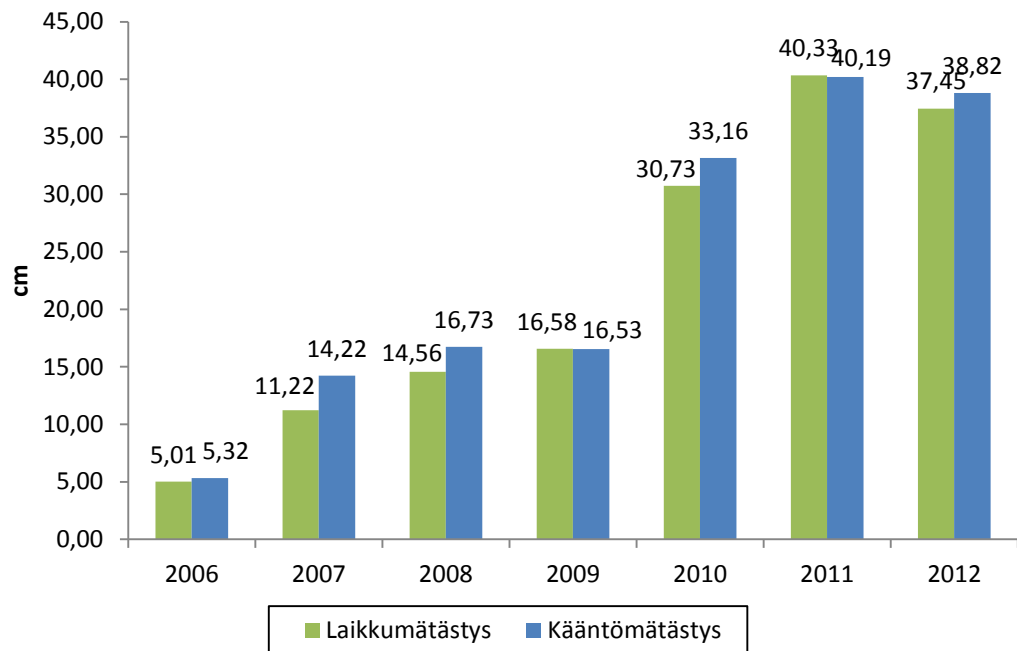


**KUVIO 3. Taimien vuosittaiset pituudet, Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä.**

## 7.2 Taimien vuosittaiset kasvut

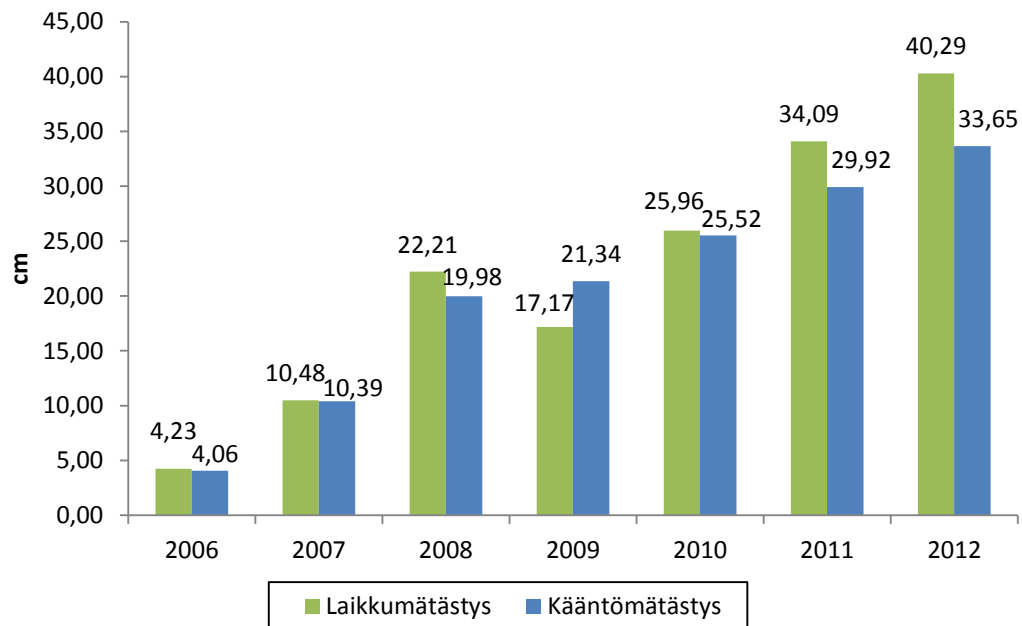
Kuusen taimien kasvuja tarkastellaan vuodesta 2006 vuoteen 2012. Kasvuja ei vuosina 2009–2012 ole mitattu vaan ne ovat laskettu pituuksien avulla. Luvut ovat vuosittaisen kasvujen keskiarvoja. Kasvuista suurin osa ei ole normaalisti jakautunut, joten testinä on käytetty Mann Whitney U-testiä.

Nenonpellon kääntömättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet vuosina 2006–2008 paremmin kuin laikkumättäisiin istutetut. Kasvussa vuonna 2007 on erittäin merkitsevä eroavaisuus laikkumättäisiin ja kääntömättäisiin istutettujen taimien välillä ( $p = 0,000$ ). Seuraavana vuonna 2008 eroavaisuus on vain oireellista ( $p = 0,036$ ). Vuonna 2009 laikkumättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet 0,05 senttimetriä enemmän kuin kääntömätästykseen istutetut taimet. Vuosina 2010 kääntömättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet 2,43 senttimetriä paremmin kuin laikkumättäisiin istutetut. Seuraavana vuonna 2011 taimet ovat kasvaneet melkein yhtä paljon. Vuonna 2012 kääntömättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet 1,37 senttimetriä enemmän kuin laikkumättäisiin istutetut. (Kuvio 4.)



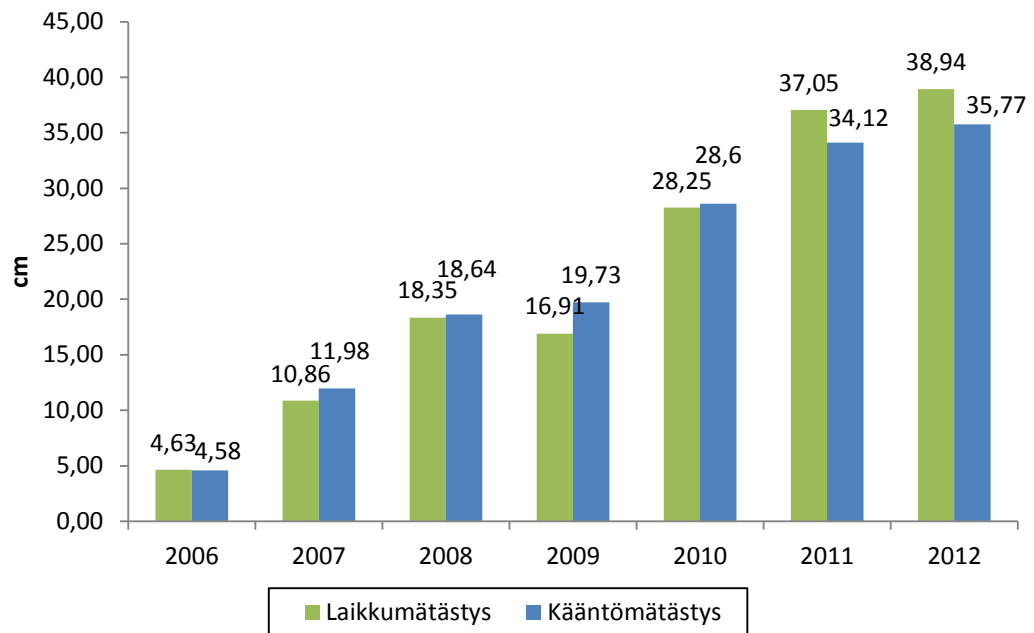
**KUVIO 4. Kuusen taimien kasvut vuosittain, Nenonpelto.**

Tulilammen koalueella vuosina 2006–2007 laikku- ja kääntömättäisiin istutettujen taimien kasvut ovat melkein yhtä suuret. Vuonna 2008 laikkumättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet 2,23 senttimetriä enemmän kuin kääntömättäisiin istutetut. Eroavaisuus on laikku- ja kääntömätästysten välillä merkitsevä ( $p = 0,004$ ). Seuraavana vuotena kääntömättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet 4,17 senttimetriä enemmän kuin laikkumättäisiin istutetut. Tällöin mätästysten välillä on oireellista merkitsevyyttä ( $p = 0,021$ ). Vuosina 2010–2012 laikkumättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet enemmän kuin kääntömättäisiin istutetut taimet. Mätästysten välillä vuonna 2011 on merkitsevää eroavaisuutta ( $p = 0,006$ ). Vuonna 2012 laikkumättäisiin istutettujen taimien ero kääntömättäisiin istutettuihin taimiin on 6,64 senttimetriä. Tällöin laikku- ja kääntömättäisiin istutettujen taimien kasvujen välillä on erittäin merkitsevä ero ( $p = 0,000$ ). (Kuvio 5.)



**KUVIO 5. Kuusen taimien kasvut vuosittain, Tulilampi.**

Nenonpellon ja Tulilammen tulosten yhdistelmästä havaitaan, että kolmen ensimmäisen kasvukauden tuloksissa ei ole suuria eroja laikku- ja kääntömätästysten välillä. Vuosina 2007–2010 kääntömättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet enemmän kuin laikkumättäisiin istutetut. Vuonna 2009 taimien kasvuissa on ollut tilastollisesti melkein merkitsevää eroavaisuutta laikku- ja kääntömättäisiin istutettujen taimien välillä ( $p = 0,030$ ). Seuraavina vuosina tilanne on päinvastainen eli laikkumättäisiin istutetut taimet ovat kasvaneet paremmin kuin kääntömättäisiin istutetut. Vuosina 2011–2012 erot ovat noin 3 senttimetrin luokkaa (Kuvio 6.) Vuonna 2011 laikku- ja kääntömättäisiin istutettujen taimien kasvujen välillä on merkitsevää eroavaisuutta ( $p = 0,008$ ) ja vuonna 2012 ero muuttuu erittäin merkitseväksi ( $p = 0,001$ ).



**KUVIO 6. Kuusen taimien kasvut vuosittain, Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä.**

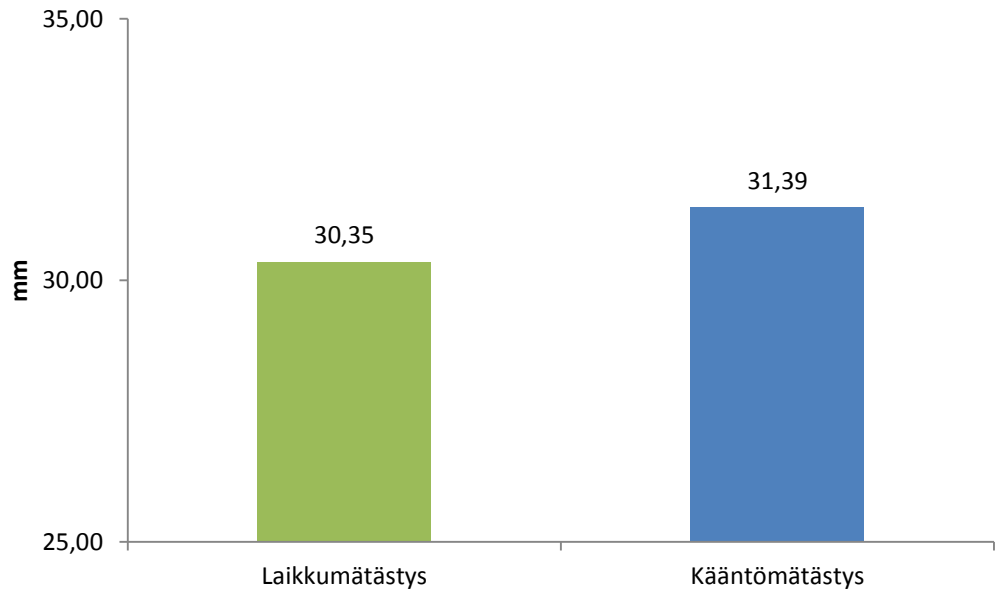
### 7.3 Taimien tyviläpimitta

Taimista mitattiin vuoden 2012 mittauksissa tyviläpimitta noin 10 senttimetrin korkeudelta maasta. Luvut ovat tyviläpimittojen keskiarvoja. Tyviläpimitta on normaalisti jakautunut, joten testinä on käytetty Studentin t-testiä.

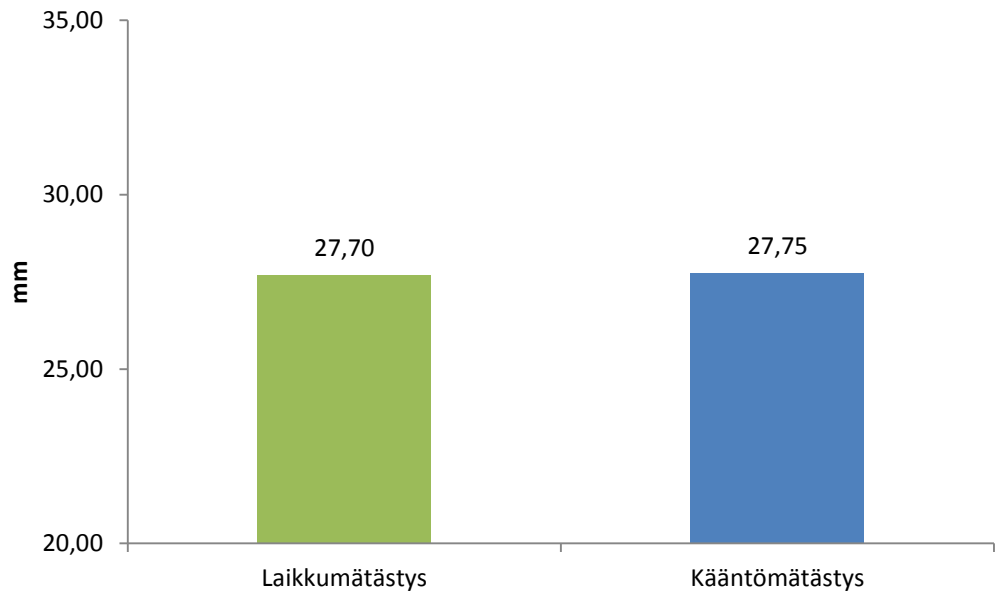
Nenonpellossa keskimääräinen tyviläpimitta laikkumättäisiin istutetuilla taimilla on 30,35 millimetriä ja kääntömättäisiin istutetuilla 31,39 millimetriä. Kääntömättäisiin istutettujen taimien tyviläpimitta on noin yhden millimetrin suurempi kuin laikkumättäisiin istutettujen. (Kuvio 7.)

Tulilammella laikku- ja kääntömättäisiin istutetuilla taimilla ei ollut kuin 0,05 millimetrin ero keskimääräisessä tyviläpimitassa. Laikkumättäisiin istutetuilla taimilla tyviläpimitta on 27,70 millimetriä ja kääntömättäisiin istutetuilla 27,75 millimetriä. (Kuvio 8.)

Nenonpellossa taimien tyviläpimitat ovat noin 3,5 millimetriä suurempi kuin Tulilammella. Nenonpellon tai Tulilammen koealueilla laikku- ja kääntömättäisiin istutettujen taimien tyviläpimitoissa ei ole merkitsevää eroavaisuutta.

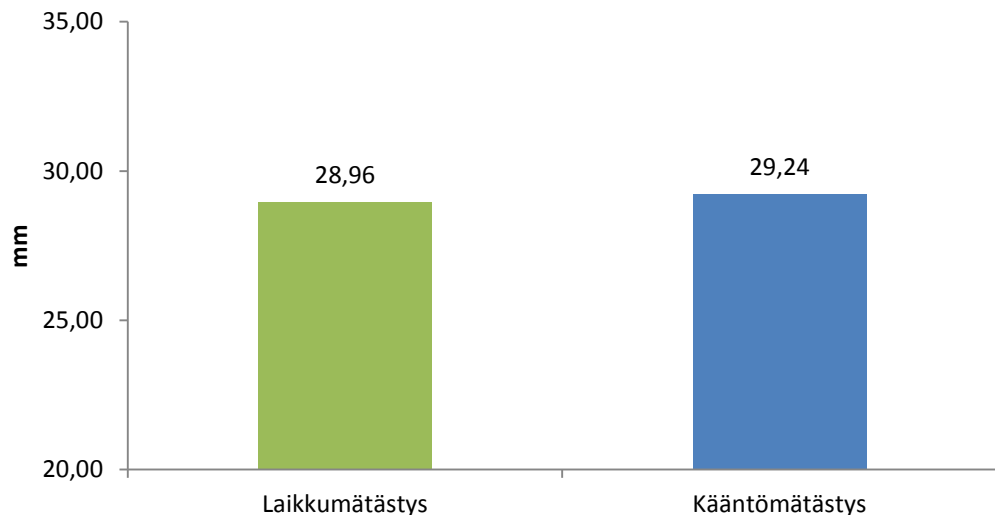


**KUVIO 7. Taimien tyviläpimitat, Nenonpelto.**



**KUVIO 8. Taimien tyviläpimitat, Tulilampi.**

Kumpaakin koealuetta tarkastellessa yhdistettyinä kääntömättäisiin istutettujen taimien läpimitta on suurempi kuin laikkumättäisiin istutettujen. Kääntömättäisiin istutetuilla taimilla läpimitta on 29,24 millimetriä ja laikkumättäisiin istutetuilla 28,96 millimetriä. Eroa kuitenkin ei ole kuin 0,28 millimetriä eikä eroavaisuus ole merkitsevä ( $p = 0,668$ ). (Kuvio 9.)



**KUVIO 9. Taimien tyviläpimitat, Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä.**

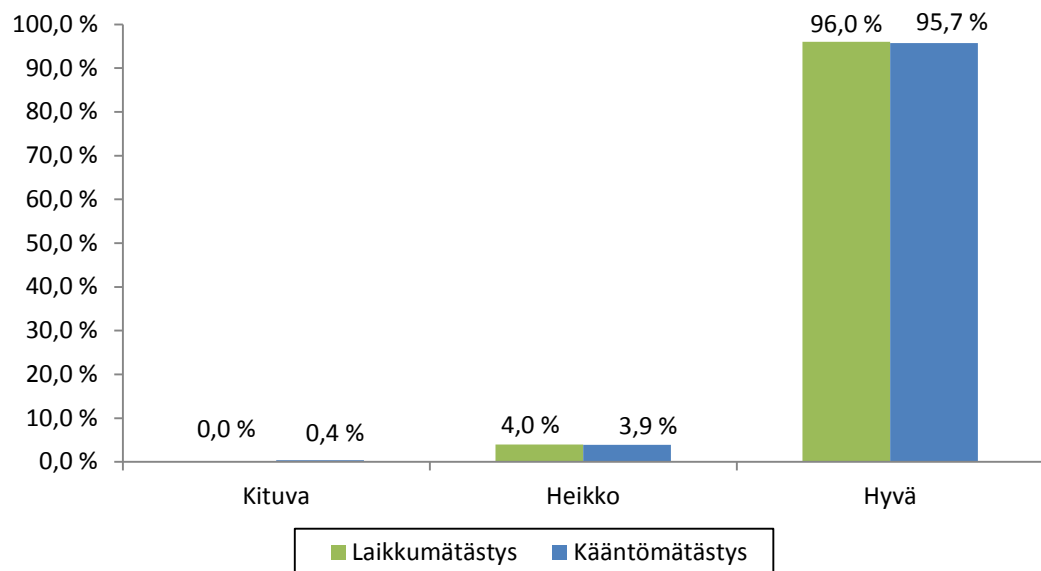
#### 7.4 Kuntoluokka

Kuntoluokka vuonna 2012 luokiteltiin neljällä tavalla: kuollut, kituva, heikko ja hyvä. Aikaisemmissa mittauksissa Nenonpellossa oli kuolleita 12 tainta, joista kymmenen oli laikkumättäisiin istutettuja taimia ja kaksi kääntömättäisiin istutettuja taimia. Tulilammella oli kuolleita 11 tainta, joista kahdeksan oli laikkumättäisiin istutettuja taimia ja kolme kääntömättäisiin istutettuja taimia. Yhteensä kuolleita oli 23 tainta. Uusia kuolleita taimia ei ollut vuoden 2012 mittauksissa, joten jo aikaisemmin kuolleita taimia ei ole otettu mukaan laskentoihin. Nenonpellon taimissa ei tavattu kituvia taimia. Nenonpellossa laikkumättäisiin istutetuista taimista heikkoja on 3,0 % ja hyviä 97,0 %. Kääntömättäisiin istutetuista taimista heikkoja on 6,4 % ja hyviä 93,6 %. Hyviä taimia oli laikkumätästetyillä alueilla enemmän kuin kääntömätästetyillä.

Tulilammella laikkumättäisiin istutetuista taimista heikkoja on 4,8 % ja hyviä 95,2 %. Kääntömättäisiin istutetuista taimista on kituvia 0,7 %, heikkoja 2,2 % ja hyviä 97,1 %.

%. Kääntömättäisiin istutetuista taimista on hyviä 1,9 % enemmän kuin laikkumättäisiin istutetuista. Nenonpellossa laikkumättäisiin istutetut taimet ovat kunnoltaan parempia kuin Tulilammen laikkumättäisiin istutetut taimet. Laikku- ja kääntömättäisiin istutettujen taimien välillä ei ole merkitsevää eroavaisuutta.

Nenonpeltoa ja Tulilampea tarkastellessa yhdistettyinä taimet ovat hyvässä kunnossa. Erot laikku- ja kääntömättäisiin istutettujen taimien välillä ei ole suuret. Heikkoja taimia laikku- ja kääntömättäistetyillä alueilla on noin 4,0 % ja hyviä noin 96 %. Kituvia taimia tavattiin hyvin vähän kääntömättäistetyllä alueella ja ainoastaan Tulilammella. (Kuvio 10.)



**KUVIO 10. Taimien kuntoluokka.**

## 7.5 Tuhot

Vuoden 2012 mittauksissa jokaisesta taimesta tarkastettiin, onko niissä tuhoja. Nenonpellon koalueella laikkumättäisiin istutetuilla taimilla huomattiin neljä tuhoa ja kääntömättäisiin istutetuilla taimilla huomattiin kuusi tuhoa. Tuhojen aiheuttajat olivat tunnistamattomia. Tulilammella laikkumättäisiin istutetuilla taimilla huomattiin viisi tunnistamatonta tuhoa ja kääntömättäisiin istutetuilla taimilla neljä tunnistamatonta tuhoa. Taimissa niin Nenonpellossa kuin Tulilammella oli jonkun verran monilatvaisuutta. Syytä monilatvaisuuteen voisi olla esimerkiksi hirvieläimet tai myyrät. Tulilammen alueella on myös voinut olla ahava tai hallatuhoja. Tulilammella muutamissa

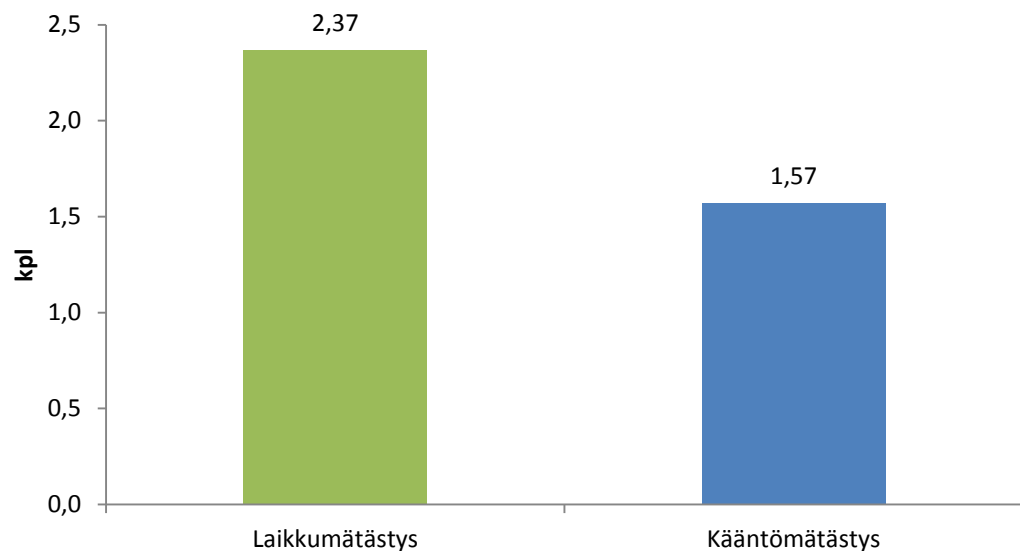


taimissa oli havukirvan ja kuusenneulaspistiäisen tuhoja. Nämä tuhot eivät kuitenkaan olleet niin merkittäviä, että ne olisivat aiheuttaneet vahinkoa kasvaville taimille.

## 7.6 Lehtipuiden määrä ja valtapituus metrin säteellä

Kuusen taimien ympäriltä mitattiin vuoden 2012 mittauksissa metrin säteeltä kaikki lehtipuut. Luvut ovat kappalemäärien keskiarvoja. Testinä on käytetty Mann-Whitneyn U-testiä. Nenonpellon koealueella laikkumätästetyillä alueilla lehtipuita on 2,52 kappaletta ja kääntömätästetyillä alueilla 2,07 kappaletta. Tulilammella vastaava määrä laikkumätästetyillä alueilla on 2,25 kappaletta ja kääntömätästetyillä 1,21 kappaletta. Siellä mätästysien välinen eroavaisuus lehtipuiden määrässä on merkitsevä ( $p = 0,009$ ).

Yhdistettynä kummatkin koealueet kääntömätästetyillä alueilla lehtipuiden määrä on 0,8 lehtipuun verran vähemmän kuin laikkumätästetyillä (Kuvio 11). Lehtipuiden määrässä laikku- ja kääntömätästetyillä alueilla on erittäin merkitsevä eroavaisuus ( $p = 0,001$ ).



**KUVIO 11. Lehtipuiden määrä ( $r = 1$  m), Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettynä.**

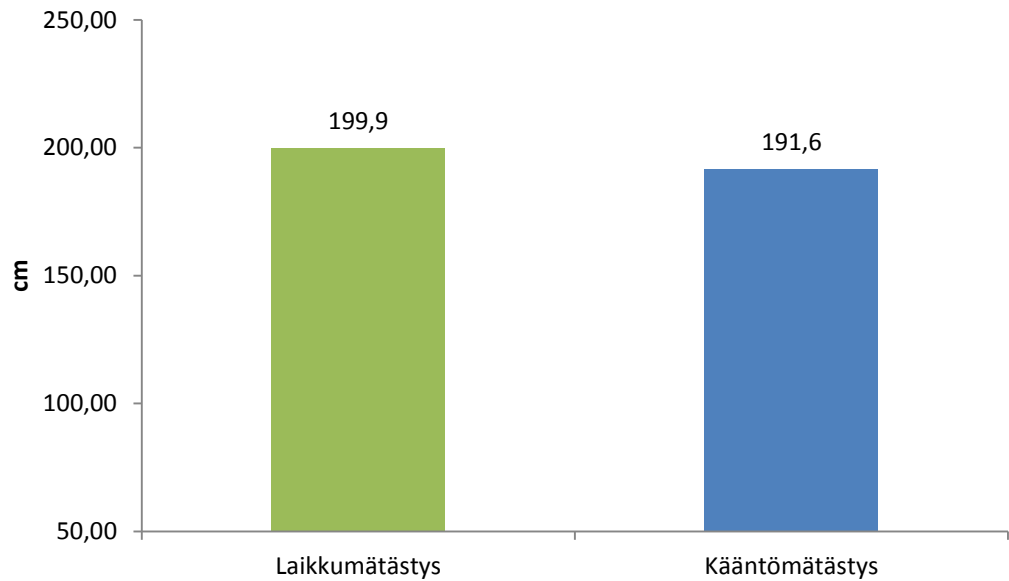
Muutettaessa lehtipuiden määrä hehtaariohtaiseksi, voidaan tarkastella paremmin eroavaisuuksia mätästysmenetelmien välillä. Taulukossa 1 nähdään mitatut ja lasketut tiedot. Nenonpeltoa vastaavalla hehtaarin alueella laikkumättäisiin istutettujen taimien

ympärillä olisi 1 432 kappaletta eli 18 % enemmän lehtipuita kuin kääntömättäisiin istutettujen. Tulilampea vastaavalla hehtaarin alueella laikku- kääntömätästykseen ero olisi 3 311 kappaletta. Eli laikkumätästetysti viljellyllä alueella olisi 46 % enemmän lehtipuita. Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä eroa lehtipuun määrässä on 2 547 kappaletta eli noin 34 %.

**TAULUKKO 1. Lehtipuiden määrä kuusentaimien ympärillä.**

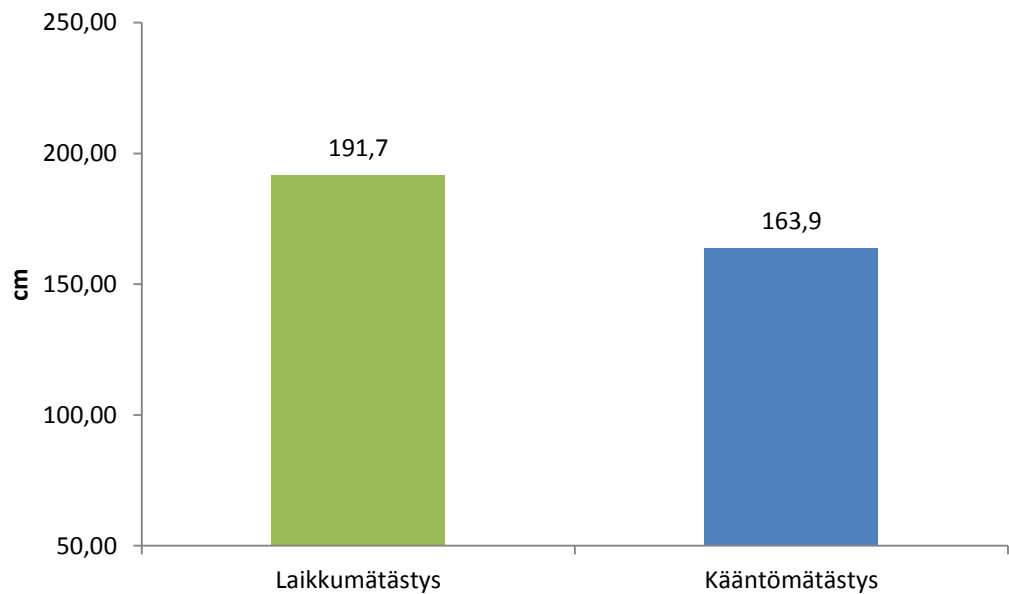
	Lehtipuita, kpl, r=1,0 m	Lehtipuita hehtaarilla, kpl
<b>Nenonpelto</b>		
Laikkumätästys	2,52	8 021
Kääntömätästys	2,07	6 589
<b>Tulilampi</b>		
Laikkumätästys	2,25	7 162
Kääntömätästys	1,21	3 851
<b>Yhteensä</b>		
Laikkumätästys	2,37	7 544
Kääntömätästys	1,57	4 997

Vuoden 2012 mittauksissa mitattiin myös metrin säteellä kuusesta olevien lehtipuiden keskimääräinen valtapituus. Luvut ovat pituuksien keskiarvoja. Testinä on käytetty Mann Whitney U-testiä. Nenonpellon koealueella laikkumätästetyillä alueilla lehtipuiden keskimääräinen valtapituus on 199,9 senttimetriä ja kääntömätästetyillä 191,6 senttimetriä. Eroa lehtipuiden valtapituudessa on noin 8 senttimetriä. (Kuvio 12.)



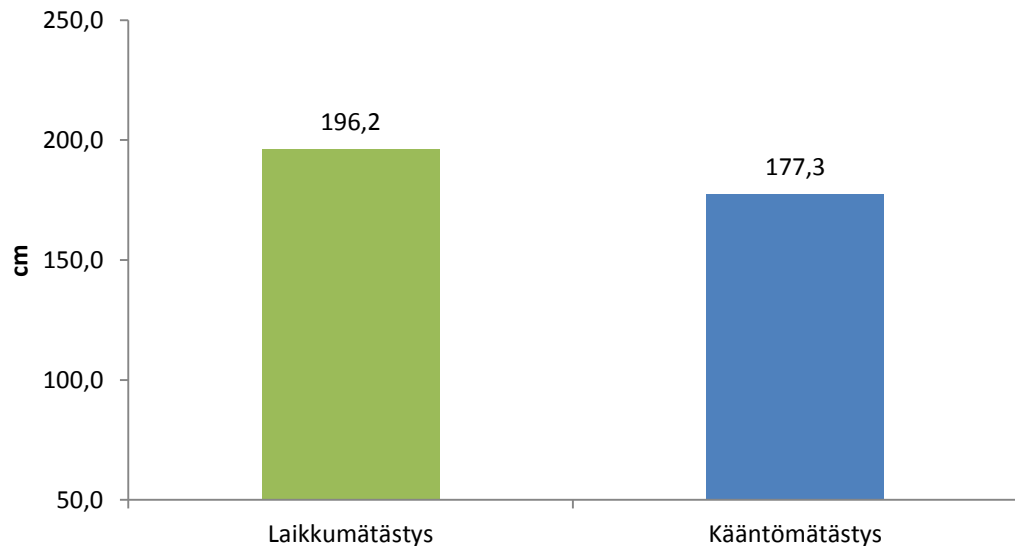
**KUVIO 12. Lehtipuiden valtapituus taimen ympärillä ( $r = 1$  m), Nenonpelto.**

Tulilammella laikkumätästetyillä koalueilla lehtipuiden keskimääräinen valtapituus on 191,7 senttimetriä ja kääntömätästetyillä koalueilla 163,9 senttimetriä. Eroa lehtipuiden valtapituudessa Tulilammella on noin 20 senttimetriä. (Kuvio 13.) Eroavaisuus lehtipuiden valtapituudessa laikku- ja kääntömätästysten välillä on merkitsevä Tulilammen koalueella ( $p = 0,005$ ).



**KUVIO 13. Lehtipuiden valtapituus taimen ympärillä ( $r = 1$  m), Tulilampi.**

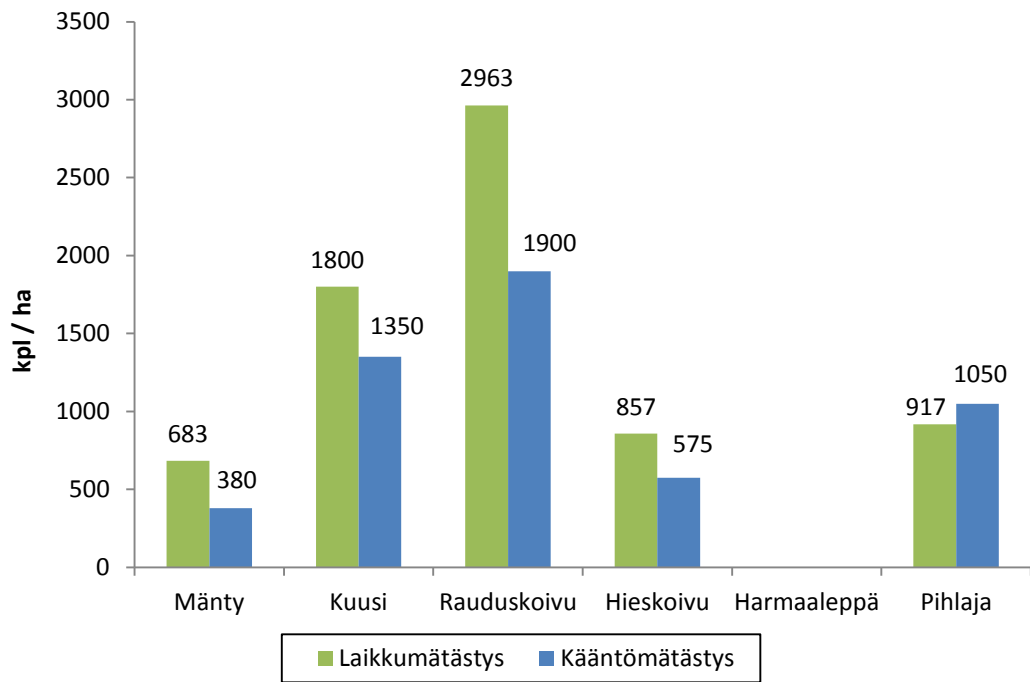
Nenonpellon ja Tulilammen koealueitten mittaukset yhdistettynä lehtipuiden valtapituus on laikkumätästetyillä alueilla 196,2 senttimetriä ja kääntömätästetyillä alueilla 177,3 senttimetriä. Huomataan, että lehtipuiden pituus on noin 19 senttimetriä pidempää laikkumätästetyillä alueilla (Kuvio 14.) Lehtipuiden valtapituudessa on heikosti merkitsevää eroavaisuutta laikku- ja kääntömätästysten välillä ( $p = 0,026$ ).



**KUVIO 14. Lehtipuiden valtapituus taimen ympärillä ( $r = 1$  m), Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä.**

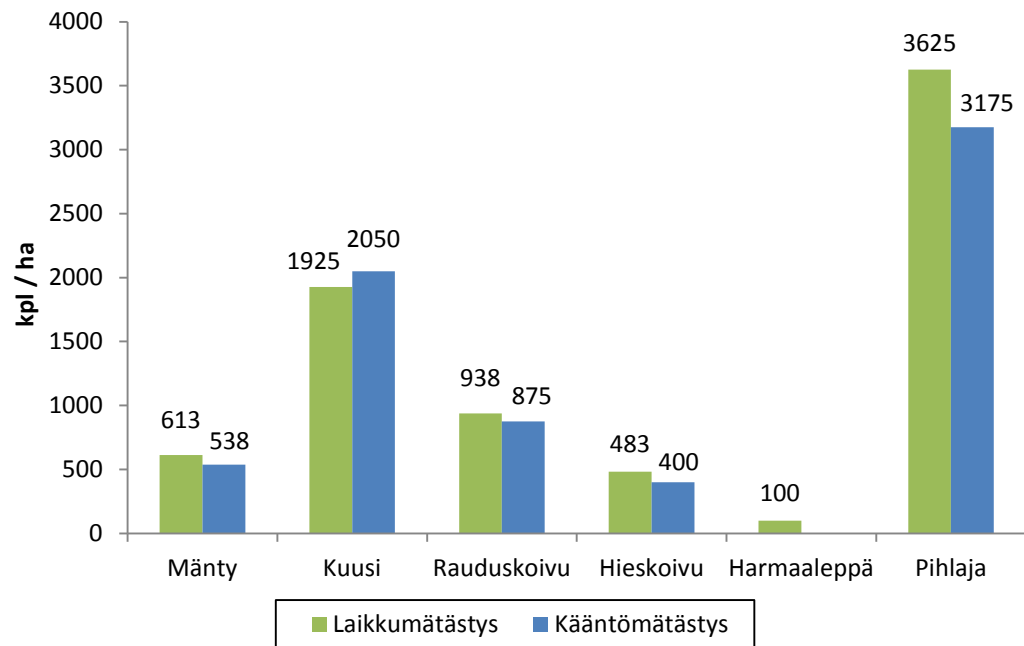
### 7.7 Puulajien määrä

Ympyräkoelan keskipisteestä mitattiin kaikki puulajit 5,64 metrin säteellä. Koealan kooksi tulee sata neliömetriä. Puulajeihin on laskettu mukaan myös istutetut kuusen taimet. Luvut ovat puulajien määrien keskiarvoja hehtaarilla. Puulajien kappalemäärät saatiin hehtaarikohtaiseksi, kun ne kerrotaan 100:lla. Puulajeista pääosin kaikki, paitsi pihlaja, ovat ilmeisesti siemensyntyisiä. Nenonpellossa ei ympyräkoeloilla ollut harmaaleppää eikä haapaa. Kääntömätästysalueilla männyn, kuusen ja koivujen määrät ovat pienempiä kuin laikkumätästysalueilla. Rauduskoivujen määrä on noin kolmasosa pienempi. Pihlajan määrä kuitenkin on runsaampi kääntömätästysalueella kuin laikkumätästysalueella. (Kuvio 15.)



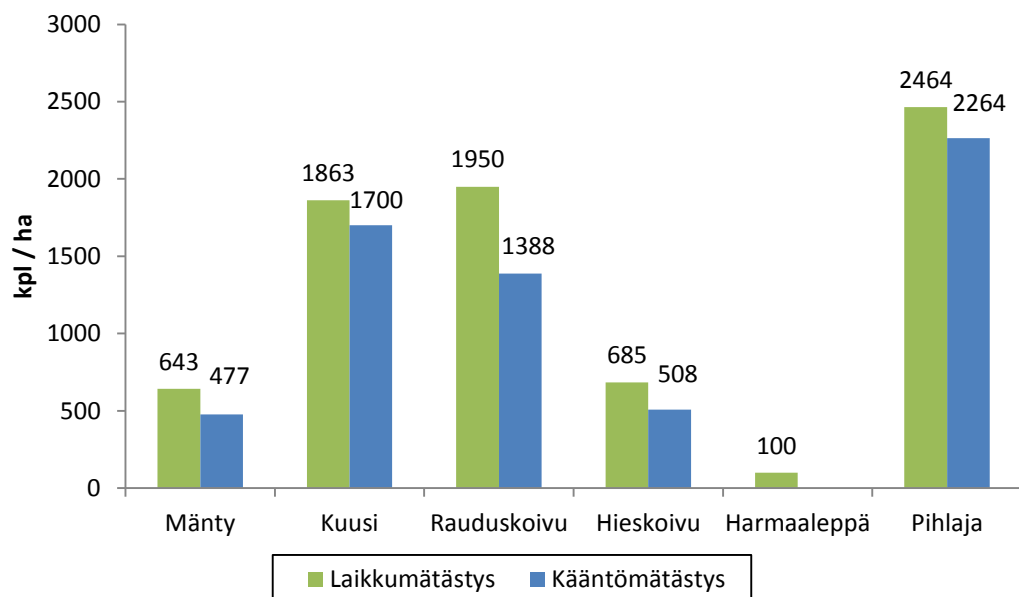
**KUVIO 15. Puulajien määrä hehtaarilla, Nenonpelto.**

Tulilammella kääntömätästetyillä alueilla mäntyä, koivuja ja harmaaleppää on vähemmän kuin laikkumätästetyillä alueilla. Kuusia ja pihlajia on taas vähemmän laikkumätästetyillä alueilla kuin kääntömätästetyillä. Tulilammen ja Nenonpellon koalueita verrattuna, pihlajien määrä on jopa kolmenkertainen Tulilammella. Nenonpellossa pihlajien määrä on noin 1 000 kappaletta hehtaarilla kun taas Tulilammella se on noin 3 500 kappaletta hehtaarilla. (Kuviot 15 ja 16.)



**KUVIO 16. Puulajien määrä hehtaarilla, Tulilampi.**

Nenonpellon ja Tulilammen koalueet yhdistettyinä laikkumätästetyillä alueilla eri puulajien taimien määrä hehtaarilla on runsaampi kuin kääntömätästetyillä koalueilla. Suurin ero on rauduskoivujen määrässä. Männyssä, hieskoivussa ja pihlajassa ero on noin 200 kappaleen verran hehtaarilla. (Kuvio 17.)



**KUVIO 17. Puulajien määrä hehtaarilla, Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä.**

Hehtaarikohtaisia puumääriä katsottaessa ilman kuusia, Nenonpeltoa vastaavalla alueella, on laikkumätästetyillä alueilla 1 515 kappaletta enemmän eri puulajeja kuin kääntömätästetyillä alueilla. Tulilammella vastaava luku on 771 kappaletta hehtaarilla. Yhdistettyinä koealueet eri puulajeja on 1 205 kappaletta enemmän hehtaarilla laikkumätästetyillä alueella kuin kääntömätästetyillä. (Taulukko 2.)

**TAULUKKO 2. Puulajien määrä yhteensä koealueittain ja yhdistettyinä.**

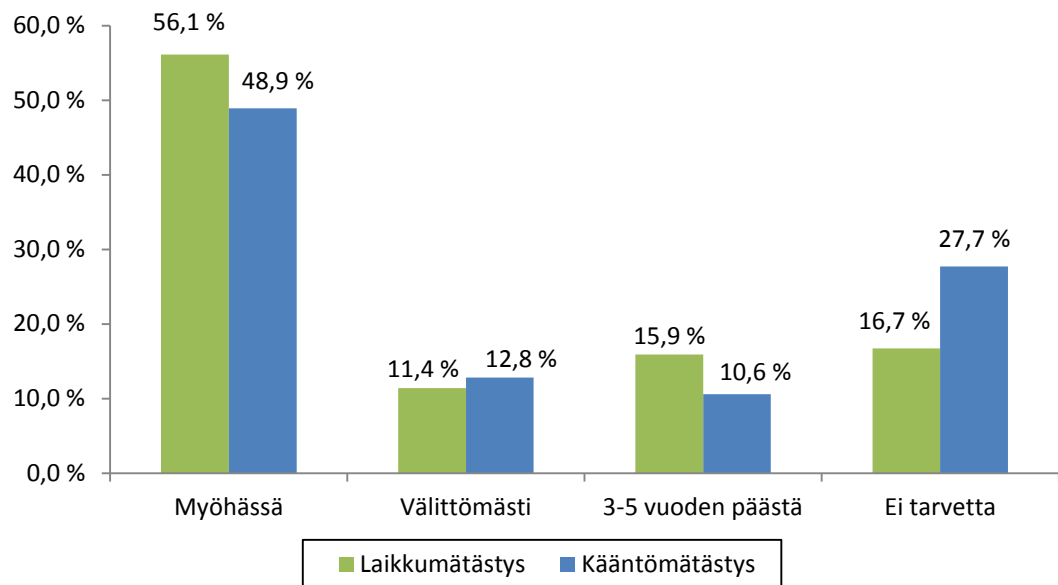
	<b>Puulajit yhteensä, kpl/ha</b>	<b>Puulajeja hehtaarilla, ilman kuusia</b>	<b>Istutetut ja luonnon kuuset, klp/ha</b>
<b>Nenonpelto</b>			
Laikkumätästys	7 220	5 420	1 800
Kääntömätästys	5 255	3 905	1 350
<b>Tulilampi</b>			
Laikkumätästys	7 684	5 759	1 925
Kääntömätästys	7 038	4 988	2 050
<b>Yhteensä</b>			
Laikkumätästys	7 705	5 842	1 863
Kääntömätästys	6 337	4 637	1 700

## 7.8 Perkaustarve

Perkaustarve määriteltiin metrin säteellä istutetun kuusen taimen ympäriltä taimen ja lehtipuuston keskimääräisien pituuksien erojen avulla. Perkaustarve luokiteltiin neljään ryhmään: 3–5 vuoden päästä, välittömästi, myöhässä ja ei tarvetta. Ei perkaustarve -ryhmään luettiin, kun lehtipuusto on taimesta puolet pienempää. Perkaus myöhässä -ryhmään luettiin, kun lehtipuusto on taimesta pitempää. Välitön perkaustarve on silloin, kun lehtipuusto on taimen pituinen tai alle 20 senttimetriä lyhyempi kuusesta. Perkaustarve 3–5 vuoden päähän luokiteltiin, kun lehtipuusto on taimesta lyhyempää 20 senttimetriä ja yli, mutta kuitenkin yli puolet pidempää kuin taimi. Testinä on käytetty Khiin neliötestiä.

Nenonpellon koealueella laikkumättäisiin istutettujen taimien perkaus on myöhässä 7,2 % enemmän kuin kääntömättäisiin istutettujen taimien. Välittömässä ja 3–5 vuoden päästä olevissa luokissa eroavaisuus muokkauksien välillä on pieni. Viimeiseen

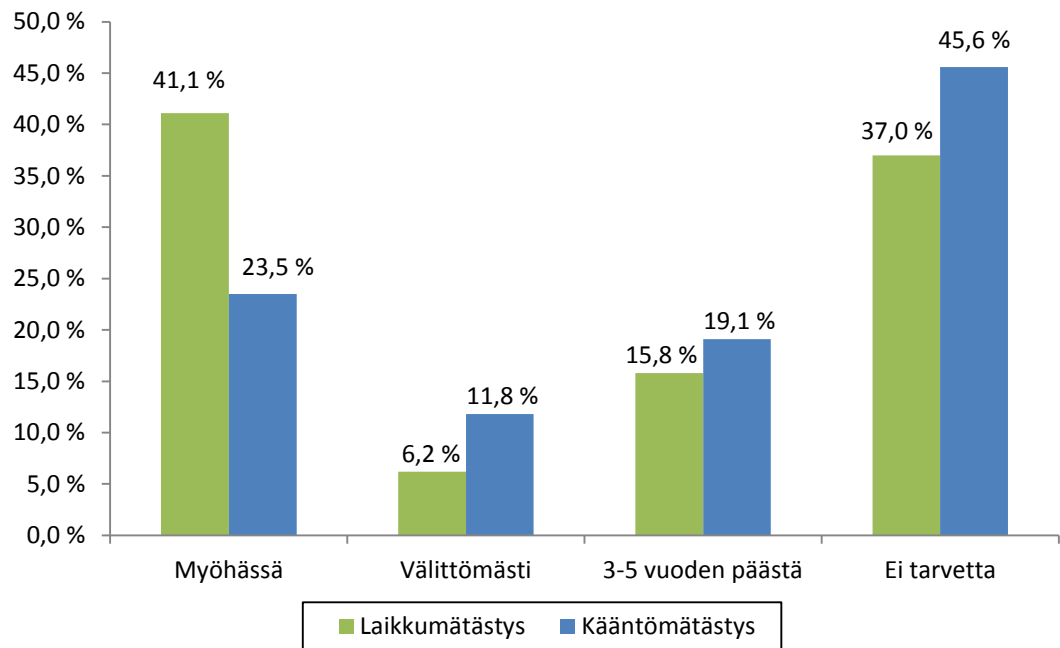
ryhmään eli ei perkaustarpeeseen, kääntömättäisiin istutettuja taimia on 11,0 % enemmän kuin laikkumättäisiin istutettuja taimia. (Kuvio 18.)



**KUVIO 18. Perkaustarve neljässä luokassa, Nenonpelto.**

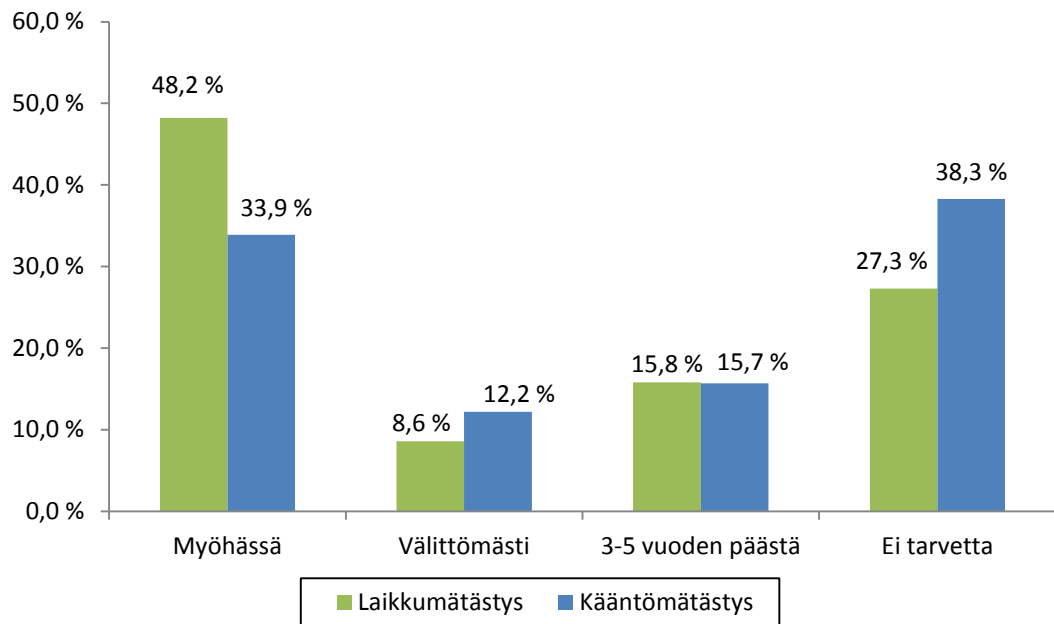
Tulilammen koalueella laikkumättäisiin istutettujen taimien perkaus on myöhässä tai ne tarvitsisivat välitöntä perkausta noin puolet enemmän kuin kääntömättäisiin istutettut taimet. Erot laikku- ja kääntömätästysten välillä 3–5 vuoden päästä ja ei perkaustarvetta -ryhmissä eivät ole suuret. (Kuvio 19.) Tulilammen koalueella perkaustarve riippuu melkein merkitsevästi laikku- ja kääntömätästysten valinnasta ( $p = 0,012$ ).





**KUVIO 19. Perkaustarve neljässä luokassa, Tulilampi.**

Tarkastellessa Nenonpellon ja Tulilammen koealueita yhdistettyinä löytyy eniten eroja perkaustarpeessa laikku- ja kääntömätästysten suhteen myöhässä ja ei perkaustarvetta -ryhmissä. Laikkumättäisiin istutettujen taimien kohdalla perkaus on myöhässä enemmän kuin kääntömättäisiin istutettujen taimien. Ei perkaustarvetta -ryhmässä ero on noin 10 prosenttiyksikköä kääntömätästysten hyväksi. (Kuvio 20.) Nenonpellon ja Tulilammen koealueet yhdistettyinä perkaustarve on merkitsevästi riippuvainen näistä kahdesta muokkausmenetelmästä ( $p = 0,006$ ).



**KUVIO 20. Perkaustarve neljässä luokassa, Nenonpelto ja Tulilampi yhdistettyinä.**

## 8 POHDINTA

### 8.1 Tutkimuksen luotettavuus

Tulilammen alue on muokattu paremmin ohjeiden mukaisesti kuin Nenonpellon alue. Nenonpellon muokkauksen tekoa on haitannut kivisyys. Tulilammen tulokset voivat olla luotettavampia. (Tervo 2013). Mittaukset syksyllä 2007 loka–marraskuussa kyseenalaistavat sen vuoden tuloksien luotettavuutta, koska työskentelyä haittasi lumisaade ja pakkassää (Kainulainen 2011, 24). Mittaajina toimivat eri henkilöt vuosina 2007, 2009 ja 2012. Jokaisella henkilöllä on omat näkemyksensä esimerkiksi taimen kunnosta. Tärkeintä mittauksissa oli mitata samat taimet jokaisena vuotena. Vuoden 2012 mittauksissa yhtä ympyräkoealaa ei löytynyt, joten sen tilalle otettiin mahdollisimman samasta kohdasta uudet mittaukset. Tämä ei kuitenkaan vaikuta suuresti mittauksien luotettavuuteen.

Vuonna 2012 mitattiin myös kolmen aikaisemman vuoden pituudet eli vuosien 2009–2011. Mittaajan kokemus ja näkemys mitattavasta kohdasta vaikuttavat tulosten luotettavuuteen. Muutamista taimista oli hyvin vaikeaa määrittää edellisten vuosien pi-

tuuksia. Näissä tapauksissa pituuksia ei merkitty ollenkaan ylös, jotta mahdolliset mittausvirheet vähenisivät. Edellisten vuosien mittaukset vaikuttavat seuraavien vuosien mittauksiin, koska niiden avulla on laskettu taimien kasvut. Vuoden 2009 kasvuihin tuli laskennallisesti nollia ja miinus kasvuja. Näiden syinä voivat olla mittausvirheet ja tuhot. Mittauksia olisi voinut tehdä vähintään kerran 2009 ja 2012 vuoden välissä, jotta mittaustulokset olisivat olleet luotettavampia. Luotettavuus kärsii varsinkin vuoden 2009 kohdalla.

Tutkimus on tarpeeksi luotettava kertomaan laikku- ja kääntömätästyksen eroja. Huomioitavaa on kuitenkin edellä mainitut seikat eli mittaajan vaihtuvuus, kokemus ja näkemys sekä inventointikertojen vähyys. Nämä heikentävät hiukan luotettavuutta.

## **8.2 Perkaustarpeen erot**

### **8.2.1 Reikäperkaus**

Nenonpellossa ja Tulilammella lehtipuiden määrä istutettujen taimien ympärillä ( $r = 1$  m) on suurempi laikkumätästetyillä alueilla kuin kääntömätästetyillä alueilla. Koealueet yhdistettyinä eroavaisuutta laikku- ja kääntömätästyksen välillä lehtipuiden määrässä istutettujen taimien ympärillä on noin 2 500 kappaleen verran hehtaarilla.

Perkauskustannuksiltaan kääntömätästetty alue tulisi halvemmaksi kuin laikkumätästetty alue, koska lehtipuustoa taimen ympärillä on vähemmän kääntömätästetyillä kohdilla. Perkauskustannuksia kuitenkin nostaa lehtipuuston lisäksi poistettavan lehtipuuston läpimitta. (Luoranen ym. 2012, 126.) Vuoden 2012 mittauksissa ei mitattu lehtipuuston läpimittaa. Voidaan kuitenkin olettaa, että mitä pitempää lehtipuusto on, sitä suurempi läpimitta on.

Lehtipuun keskimääräinen pituus taimen ympärillä metrin säteellä oli kummallakin koealueella suurempi laikkumätästetyillä kuin kääntömätästetyillä alueilla. Nenonpellossa lehtipuut olivat kasvaneet 190–200 senttimetrin lukemiin. Tulilammella 190 senttimetrin lukemiin pääsi laikkumätästetyillä alueilla kasvavat lehtipuut. Kääntömätästetyillä alueilla lehtipuuston keskipituus oli 160 senttimetrin luokkaa.

Perkauskustannukset ovat suuremmat laikkumätästetyillä alueilla, koska lehtipuuston määrä on suurempi. Lisäksi työtä vaikeuttaa lehtipuuston pituus ja sitä kautta paksuus. 190 senttimetrin lehtipuut ovat tyviläpimitaltaan suurempia kuin 160 senttimetrin lehtipuut. Kummallakin koealueella perkaus on myöhässä. Kiireisemmät perkausalueet ovat laikkumätästetyt alueet.

### **8.2.2 Täysperkaus**

Nenonpellossa ja Tulilammella eri puulajeja hehtaarilla on enemmän laikkumätästetyillä alueilla kuin kääntömätästetyillä alueilla. Koealueet yhdistettyinä eroa puulajien määrässä on noin 1 200 kappaletta hehtaarilla ilman kuusia. Näin ollen kääntömätästetyillä alueella perkauskustannukset jäävät puiden lukumäärän perusteella pienemmäksi kuin laikkumätästetyillä alueella.

Verrattuna lehtipuun määrää taimen ympärillä 1,0 metrin säteellä ja puulajien määrää ympyräkoealalla 5,64 metrin säteellä huomataan, että taimen ympärillä on enemmän lehtipuita kuin keskimäärin isommalla ympyräkoealalla luontaisia taimia. Laikkumätästetyillä alueilla lehtipuiden määrä taimen ympärillä on kääntömätästykseen verrattuna 20–40 % suurempi. Tähän selityksenä on todennäköisesti kivennäismaanpinnan suurempi paljastaminen. (Taulukot 1 ja 2.)

### **8.2.3 Kustannukset**

Vuonna 2008 keskimääräinen perkauskustannus yksityismetsissä oli 350 euroa hehtaarille. Kustannuksissa on kuitenkin suuria eroja alueellisesti. Poistettavien puiden määrä ei nosta niin voimakkaasti kustannuksia kuin kantoläpimitan kasvaminen. Esimerkiksi kun poistettavan puuston kantoläpimita kasvaa kahdella sentillä, se nostaa taimikonhoidonkustannuksia noin kaksinkertaisesti. Metsätehon tekemien aikatutkimuksen avulla on saatu taimikonhoidolle laskettua kustannuksia (€/ha), kun päivän hinnaksi oletetaan 250 euroa. (Riikilä 2010, 21–23.) Hinnat ovat ryhmitelty poistettavien puiden ja niiden kantoläpimitan perusteella (Liite 6).

Tulilammella ja Nenonpellossa lehtipuiden keskimääräinen valtapituus reikäperkausalueilla on laikkumätästetyillä alueilla 192 senttimetriä ja kääntömätästetyillä alueilla 164 senttimetriä. Näillä valtapituuksilla poistettavan puiden kantoläpimita on luokas-

sa 1,6–2,5 senttimetriä. Metsätehon laskelmien mukaan poistettavien puiden lukumäärän mukaan hehtaarikustannus olisi laikkumätästetyillä alueilla 227 €/ha ja kääntömätästetyillä alueilla 153 €/ha. (Liite 6).

Riipisen (2013) mukaan kustannuserot täysperkauksen ja reikäperkauksen välillä eivät ole suuret. Eroa voi olla noin 10–50 euroa hehtaaria kohden. Reikäperkausta toteutetaan metsänomistajan pyynnöstä. Yleensä tehdään kuitenkin täysperkausta. Hallanaroilla paikoilla reikäperkauksesta on hyötyä kuusen taimille, etteivät uudet latvakasvaimet palellu.

### 8.3 Johtopäätökset

Laikku- ja kääntömätästysten välillä pituuksissa tai kasvuissa ei ole eroja. Kummasakin maanmuokkausmenetelmässä taimet kasvavat hyvin eikä huonokuntoisia taimia ollut. Taimien tyviläpimitoissakaan ei ollut suuria eroavaisuuksia. Näiden yksiköiden avulla ei löydetty merkittäviä eroavaisuuksia laikku- ja kääntömätästysten suhteen.

Tutkimustuloksien perusteella luontaista taimettumista on laikkumätästetyillä alueilla noin kolmasosa enemmän kuin kääntömätästetyillä. Varsinkin lehtipuustoa syntyy taimen ympärille enemmän kuin muualle alueelle. Oletettavaa on, että syynä on kivennäismaan paljastuminen. Tämä tutkimustulos on merkittävä metsäalan ammattilaisille sekä myös metsänomistajille. Tiedon avulla voitaisiin vähentää metsänomistajan kustannuksia sekä luoda parempi elinympäristö taimelle.

Kustannuksien tarkempien arvojen laskemiseen olisi ollut hyvä mitata myös lehtipuiden keskipituuden lisäksi kantoläpimitta. Tällä olisi saatu vahvistettua ja laskettua tarkempia kustannuksia kääntömätästysten edullisuudesta.

Maantieteellisesti koealueet sijaitsivat melko lähekkäin Pieksämäellä. Koealueissa on eroja esimerkiksi maaperän ja kasvupaikan suhteen. Jotta tämän tutkimuksen tuloksia voitaisiin yleistää koko Suomeen, tarvittaisiin laajempaa tutkimusta ja selvitystä erilaisista kuusen istutusalueista. Tutkimusta voisi myös laajentaa muihinkin muokausmenetelmiin sekä mahdollisesti eri puulajeihin kuten mäntyyn. Mielenkiintoisia alueita olisivat myös kannonnostoalueet. Miten siellä syntyy luontaista taimettumista verrattuna kivennäismaan pinta-alaan nähden? Tämän työn tulokset näyttävät, että

kuusen istutusalalla laikkumätästyksessä syntyy luontaista lehtipuustoa enemmän kuin kääntömätästyksessä.

## LÄHTEET

Kainulainen, Tommi 2011. Laikku- ja kääntömätästyksen vaikutus kuusen alkukehitykseen. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Metsätalouden laitos. Opinnäytetyö.

Kankaanhuhta, V., Heikkilä, R., Lipponen K. & Väkevä J 2003. Hirvi. WWW-dokumentti. [http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit\\_kansi/alalce-n.htm](http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/lajit_kansi/alalce-n.htm). Päivitetty 26.10.2012. Luettu 21.1.2013

Luoranen, Jaana & Kiljunen, Nuutti 2006. Kuusen paakkutaimien viljelyopas. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Luoranen, Jaana, Saksa, Timo & Uotila Karri 2012. Metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Luoranen, Jaana, Saksa, Timo, Finér, Leena & Tamminen, Pekka 2008. Metsämaan muokkausopas. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Poteri, Marja 2008. Taimituho-opas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Riikilä, Mikko 2010. Taimikonhoito. Jyväskylä: Metsäkustannus Oy.

Riipinen, Eero 2013. Puhelinkeskustelu 30.1.2013. Metsäneuvoja. Päijänteen Metsänhoitoyhdistys.

Saksa, Timo & Tervo, Leo 2012. Sähköpostiviesti. 2012. Erikoistutkija & Asiakaspäällikkö. Metla.

Tervo, Leo, Saksa, Timo & Kautto, Kari 2013. Sähköpostiviesti. 2013. Asiakaspäällikkö, Erikoistutkija & Metsätalousinsinööri. Metla.

Valkonen, Sauli 2011. Laikkumätästys nopeuttaa kuusen pituuskasvua ja vähentää vesakko-ongelmia. WWW-dokumentti. <http://www.metla.fi/utiskirje/taimitarha/2011-03/utissivu3.html>. Päivitetty 5.10.2012. Luettu 29.10.2012.

Valkonen, Sauli, Ruuska, Juha, Kolström, Taneli, Kubin, Eero & Saarinen, Markku 2001. Onnistunut metsänuudistaminen. Hämeenlinna: Karisto Oy.

## LITTEET

## LIITE 1. Maastolomake 2007.

[illegible]



## LIITE 2. Muuttajat 2007.

<b>Alue 1 = Nenonpelto</b>		<b>Muokausmenetelmä</b>	
<b>Alue 2 = Tulilampi</b>		<b>1=Laikkumätästys</b>	
		<b>2=Kääntömätästys</b>	
<b>MUUTTUJIEN SELITYKSET</b> VERSIO 14.9.2007.			
<b>Koeala</b>	Koealan säde on 5.64 m (100 m <sup>2</sup> ). Koealaan luetaan vain sisäpuolella olevat taimet ja muokausjäljet*. Ns. rajalla olevat VILJELEMÄTTÖMÄT muokausjäljet otetaan mukaan silloin, mikäli muokausjäljen todennäköisempi (parempi) istutuspiste on koealan sisällä.		
<b>Taimi nro</b>			
<b>Suunta, astetta</b>	Kompassisuunta koealan keskipaalusta taimen		
<b>Etäisyys, cm</b>	Etäisyys koealan keskipaalusta taimen		
<b>Muokausjälki</b>	<b>Muokausjälki</b> voi olla <u>vilielty tai viljelemätön</u> . Laikkumätästyksessä se käsittää mättään ja laikun		
<b>Muokausjäljen tyyppi (päätyyppi, alatyypit)</b>			
Päätyyppi	1	Mätäs (laikkumättään mättäessä)	
	2	Laikku (laikkumättään laikussa)	
	6	Muokkaamaton maa (humuskerros pääsääntöisesti jäljellä)	
Alatyypit (1-5), arvioidaan istutuspaikan pintakerroksen perusteella (ilmakuvaperspektiivistä)			
	1	yhtenäinen kivennäismaakerros päällä	
	2	hieman humusta kivennäismaan seassa	
	3	pääosin turvetta/humusta ja sisältää vähän kivennäismaata	
	4	turvetta/humusta, mutta ei sisällä kivennäismaata	
	5	pinta muodostuu lähes yksinomaan oksista, humuksesta, kävyistä tms.	
<b>Istutuskelpoisuus</b>			
	0	Hyvä	
	1	Tyydyttävä	
	2	Heikko	
<b>Muokausjäljen sijainti</b>			
	0	Normaali	2 kanto, maapuu haktähde juuret heikentää
	1	pintakivet/kallio heikentää	3 märkä painanne heikentää
<b>Taimen pituus, cm</b>			
Istutustaimen näkyvän versonosan pituus, pyöristys lähimpään täyteen senttiin			
<b>Taimen kasvu, cm, 2008</b>			
<b>Taimen asento (0-4)</b>			
	0	suorassa (0-15 astetta)	2 46-90 astetta
	1	15-45 astetta	4 paakku makaa maan pinnalla
<b>Istutustuopan laatu (0,1,2)</b>			
	0	paakun yläpinta peitossa	
	1	paakun yläpinta osittain peitossa	
	2	paakun yläpinta paljaana	
<b>Lähin etäisyys humukseen, cm</b>			
<b>Pensastuminen (viimeisen vuoden kasvusta)</b>			
	1	normaali, yksi latva	
	2	2-latvainen	
	3	3 tai useampi latva	
<b>Kuntoluokka</b>			
	3	hyvä	
	2	heikko	
	1	kituva	
	0	kuollut	
<b>Syy, kuntoluokan alenemiseen</b>			
	1=halla/pakkanen	6=nisäkästuho	11=
	2=kuivuus	7=sienituho	12=
	3=märkyys	8=pintakasvillisuus	13=tunnistamaton
	4=tukkimiehintäi	9=rouste	
	5=juurinihuri	10=istutusvirhe	
<b>MÄTTÄÄN HALKAISU (1. mätäs pohjoisesta alkaen)</b>			
Mätäs halkaistaan pituussuunnassa aivan paakun vierestä. Käytä aluksi pientä lapiota ja mittaa IS, KK halkaisupinnasta. Halkaisussa on varottava paakun liikuttelua. Tämän jälkeen ota käyttöön iso lapio.			
tarkkuus em. mittauksissa 1 cm (normaali pyöristyssääntö). Ohut kerros merkitään luvulla 0,5			
<b>IS</b>	istutussyvyys mättään pinnasta paakun yläpintaan		
<b>MK</b>	korkeus mättään pinnasta maan pintaan		
<b>KK</b>	kivennäismaakerroksen paksuus mättään päällä		
<b>HK</b>	humuskerroksen paksuus (yhteensä maanpinta ja käännetty)		

### LIITE 3. Maastolomake 2009.

[illegible]

## LIITE 4. Muuttujat 2009.

<b>Koealue:</b>		<b>Muokkausmenetelmä:</b>	
1	= Nenonpelto	1	= Laikkumätästys
2	= Tulilampi	2	= Kääntömätästys
<b>MUUTTUJIEN SELITYKSET</b>		VERSIO 12.5.2009	
<b>Koeala</b>	Koealan säde on 5.64 m (100 m <sup>2</sup> ). Koealaan luetaan vain sisäpuolella olevat taimet		
<b>Taimi nro</b>			
<b>Suunta, astetta</b>	Kompassisuunta koealan keskipaalusta taimeen		
<b>Etäisyys, cm</b>	Etäisyys koealan keskipaalusta taimeen		
<b>Taimen pituus, cm</b>		<b>Myyränsyöntiluokka</b>	
Istutustaimen näkyvän osan pituus,		0 = ei syöntiä	
pyöristys lähimpään täyteen senttiin		1 = taimea syöty alle 50% ympäryksestä JA/TAI pelkkä latva katkaistu taimen puolivälin yläpuolelta	
<b>Taimen kasvu, cm, 2008</b>		2= 50-100% taimen ympäryksestä syöty JA/TAI taimi katkaistu puolenvälin alapuolelta	
<b>Pensastuminen (viimeisen vuoden kasvusta)</b>		Taimesta mitataan yhtenäisen vaurioitumattoman osuuden pituus.	
1 normaali, yksi latva		Ts. jos tuholuokka 1, mitataan jäljellä olevan latvan kärkeen tai mikäli jokin sivuoksista jo ylittäisi suoritettuna korkeammalle kuin katkaistu latva, niin sen ojennettuun kärkeen.	
2 2-latvainen		Jos tuholuokka 2, mitataan joko katkaisukohdan alapuoliseen ehjän kuoren rajaan tai korkeimmalle yltävän vauriokohdan alapuolisen ehjän sivuoksan kärkeen.	
3 3 tai useampi latva			
<b>Myyränsyönti</b>			
0 ei syöntiä			
1 syöty alle 50%			
2 syöty 50-100%			
<b>Kuntoluokka</b>			
3 hyvä			
2 heikko			
1 kituva			
0 kuollut			
<b>Syy, kuntoluokan alenemiseen</b>			
1=halla/pakkanen		6=nisäkästuho	
2=kuivuus		7=sienituho	
3=märkyys		8=pintakasvillisuus	
4=tukkimiehentäi		9=rouste	
5=juuriniluri		10=istutusvirhe	
11=myyrä		12=	
13=tunnistamaton			

**LIITE 5. Maastolomake 2012.**

Nenonpelto =1		Pvm		2013		Mittaaja		Puulj 1=mänty		5=haapa		Kuntolika		3		hyvä		Perkausta		3		ei	
Tullilampi =2								2=kuusi		6=harmaleppä				2		heikko				2		myöhässä	
Laikkumätästys =1								3=rauduskc		8=pihlaja				1		kituva				1		välttömästi	
Kääntömätästys =2		Ympyräkoealan koko (r=5,64 m, ala 100 m²)						4=hieskoivu						0		kuollut				0		3-5 vuotta	
(1-4)		(1-4)																					
		Taimien tiedot										Koealaympyrän (r=5,64) tiedot											
etäisyys, cm		Pituus 2009	Pituus 2010	Pituus 2011	Pituus 2012	Tyvilpm, (h 10 cm)	Lehtipuut, kpl (r=1m)	Lehtipuut, valtipitt (r=1m)	Perkaustarve	tuhot	kuntoluokka	Puulaji 1/kpl (r=5,64m)	Puulaji 2/kpl (r=5,64m)	Puulaji 3/kpl (r=5,64m)	Puulaji 4/kpl (r=5,64m)	Puulaji 5/kpl (r=5,64m)	Puulaji 6/kpl (r=5,64m)	Puulaji 8/kpl (r=5,64m)	Huom!				
500																							
460																							
564																							
347																							
372																							
257																							
412																							
125																							
530																							
325																							
510																							
255																							
450																							
317																							
548																							
341																							
335																							
356																							
222																							
445																							
55																							
465																							
270																							
482																							
561																							
251																							
150																							
453																							
367																							
508																							
479																							
215																							
471																							
307																							
530																							
250																							
450																							
405																							
404																							
145																							
542																							
455																							

**LIITE 6. Taimikonhoidon kustannustaulukko (€/ha).**

Taimikonhoidon kustannus, €/ha, kun metsurin päivän hinnaksi oletetaan 250 euroa. Laskelma perustuu Metsätehon tekemiin raivaussahatyön aikatutkimuksiin.

POISTETTAVIA PUITA, KPL/HA	POISTETTAVIEN PUIDEN KANTOLÄPIMITTA, CM						
	0,5–1,5	1,6–2,5	2,6–3,5	3,6–4,5	4,6–5,5	5,6–6,5	6,6–
1 500–3 000	98	116	136	171	250	341	429
3 001–5 000	120	153	181	240	294	543	694
5 001–7 000	143	184	231	321	543	781	1 042
7 001–10 000	169	227	294	424	758	1 087	1 471
10 001–14 000	203	287	385	568	1 042	1 563	2 119
14 001–18 000	240	352	481	735	1 389	2 083	
18 001–22 000	275	417	581	893	1 748		
22 001–28 000	329	490	714	1 087	2 273		
28 001–34 000	368	581	862	1 389			
34 001–40 000	410	676	1 000	1 563			
40 001–50 000	472	806	1 190	1 923			
50 001–60 000	543	962	1 471	2 273			
60 001–70 000	610	1 087	1 667				
70 001–80 000	676	1 250	1 923				
80 001–90 000	758	1 389	2 083				
90 001–	806	1 515	2 500				

**LIITE 7. Koealueitten sijainti.**